

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Pyly vybraných alergenních rostlin a jejich didaktické využití ve výuce
biologie na gymnáziích

The Pollens of selected allergenic plants and their didactic use in teaching
biology at high school

Bc. Adéla Pýchová

Vedoucí práce: RNDr. Jana Skýbová, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: N BI-CH

2020

Odevzdáním této diplomové práce na téma Pyly vybraných alergenních rostlin a jejich didaktické využití ve výuce biologie na gymnáziích potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 22.7.2020

V první řadě děkuji své vedoucí práce RNDr. Janě Skýbové, Ph.D. za všestrannou pomoc, morální podporu a cenné rady, které mi v průběhu mé práce vždy s ochotou a úsměvem poskytovala. Dále bych chtěla poděkovat PaedDr. Martině Weissové, že mi umožnila svým studentům předložit a vyzkoušet mnou navržené didaktické materiály a také všem vyučujícím na gymnáziích, kteří mi pomohli tím, že vyplnili dotazník potřebný pro praktickou část mé práce. V neposlední řadě děkuji svému nejbližšímu okolí za morální podporu po celé období studia.

ABSTRAKT

V diplomové práci se věnuji pylům alergenních rostlin, vzniku a průběhu alergie na pyly rostlin a zařazení těchto témat do výuky biologie rostlin na gymnáziích. V teoretické části se zaměřuji na problematiku týkající se pylové alergie. Nejprve obecně popisují alergii a její vznik, příčiny alergických onemocnění, faktory prostředí a rozvoj alergického onemocnění. Dále se krátce věnuji pojmenování a evidenci alergenů a zmiňuji se také o tzv. zkřížené alergii. Velký důraz je kladen na pylovou alergii, které je v práci věnován větší celek, členěný do jednotlivých podkapitol zabývajících se fyziologickou funkcí nosu, následována je alergickou reakcí I. typu, alergickou reakcí, ke které dochází na sliznici nosu. Dále podkapitoly zmiňující se o klasifikaci alergické rýmy, diagnostice a farmakoterapii včetně doplnění o lékových skupinách používaných při léčbě pylové alergie. Další větší celek je věnován stavbě květu rostliny jako zdroje alergenu, jejíž součástí je anatomie květních částí a popis pylového zrna. Anatomický popis květu je následován praktickou částí, nejprve vytvořeným tabulkovým přehledem s vybranými alergenními rostlinami. Každá rostlina způsobující alergii je doplněna o fotografii květu či květenství, ukázkou pylového zrna a informací o době jejího kvetení. Tuto část uzavírá vytvořený pylový kalendář. Nedílnou součástí mé diplomové práce je kapitola věnována zhodnocení kurikulárních dokumentů určených studentům gymnázií z hlediska řešené problematiky. Cílem tohoto šetření bylo zjistit výskyt témat pylů a pylových alergenů v učebnicích pro gymnázia, dále pak obsazení této problematiky v oficiálních kurikulárních dokumentech, vyplývajících z Národního programu rozvoje vzdělávání v České republice (RVP G). Z výsledků vlastního výzkumu formou dotazníkového šetření jsem zjistila, které didaktické materiály by učitelé biologie na gymnáziích nejvíce využili. Vytvořené materiály jsou detailně popsány v kapitole nazvané výukový projekt, kde uvádím k jednotlivým didaktickým materiálům metodické pokyny spolu s informací ohledně náročnosti, možnosti zařazení do výuky, výukové cíle či kompetence, které jsou během práce s daným didaktickým materiálem u studentů rozvíjeny. Za touto kapitolou následuje diskuze, závěr a v příloze práce jsou doplněna správná řešení jednotlivých didaktických materiálů, včetně plného znění online kurzu zaměřeného na téma květ, květenství, opylení a oplození rostlin. Všechny didaktické materiály byly předloženy

studentům víceletého gymnázia Bohumila Hrabala v Nymburce a na studentech paralelních tříd kvint také ověřeny.

KLÍČOVÁ SLOVA

Alergie, alergen, pyl, pylové zrno, alergenní rostliny, pylová alergie, polinóza, e-learning

ABSTRACT

In my thesis I deal with the pollen of allergenic plants, the origin and process of allergy to plant pollen and the inclusion of these topics in the teaching of plant biology in high schools. In the theoretical part I focus on the topic of pollen allergy. First, I generally describe allergy and its origin, causes of allergic diseases, environmental factors and the development of allergic disease. I also briefly address the naming and registration of allergens and I also mention the so-called cross-allergy. Great emphasis is placed on pollen allergy, which is devoted to a larger unit, divided into individual subchapters dealing with the physiological function of the nose, followed by an allergic reaction of type I, an allergic reaction that occurs on the nasal mucosa. Furthermore, subchapters mentioning the classification of allergic rhinitis, diagnosis and pharmacotherapy, including additions to the drug groups used in the treatment of pollen allergy. Another larger unit is devoted to the structure of the plant's blossom as a source of allergen, which includes the anatomy of the blossom parts and a description of the pollen grain. The anatomical description of the blossom is followed by a practical part, first created by a tabular overview with selected allergenic plants. Each plant causing the allergy is accompanied by a photograph of the blossom or inflorescence, a sample of the pollen grain and information about the time of its flowering. This part is closed by the created pollen calendar. An integral part of my thesis is a chapter devoted to the evaluation of curricular documents stated for high school students in terms of issues addressed. The aim of this survey was to determine the occurrence of pollen and pollen allergen topics in textbooks for high schools, as well as the inclusion of this issue in official curricular documents, resulting from the National Program for the Development of Education in the Czech Republic (RVP G). From the results of my own research in the form of a questionnaire survey, I found out which didactic materials biology teachers at high schools would use the most. The created materials are described in detail in the chapter called teaching project, where I present methodological instructions for individual didactic materials together with information about the difficulty, possibilities of inclusion in teaching, teaching goals or competencies that are developed by students during work with the didactic material. This chapter is followed by a discussion, conclusion and in the attachment are

added the correct solutions of individual didactic materials, including the full text of the online course focused on the topic of blossom, inflorescence, pollination and fertilization of plants. All didactic materials were presented to the students of the multi-year high school of Bohumil Hrabal in Nymburk and also verified on parallel classes of kvinta.

KEYWORDS

Allergy, allergen, pollen, pollen grain, allergenic plants, pollen allergy, pollinosis, e-learning

Obsah

1	Úvod	11
2	Alergie	13
2.1	Etiologie alergie.....	14
2.1.1	Imunitní systém a alergie.....	14
2.1.2	Alergeny	16
2.1.3	Příčiny alergických onemocnění	18
2.1.4	Faktory prostředí a rozvoj alergického onemocnění	22
2.1.5	Pojmenování a evidence alergenů	23
2.1.6	Zkřížená alergie	24
2.2	Pylová alergie	26
2.2.1	Fyziologická funkce nosu.....	28
2.2.2	Alergická reakce I. typu.....	30
2.2.3	Alergická reakce na sliznici nosu	33
2.2.4	Alergická rýma a její klasifikace	36
2.2.5	Diagnostika.....	41
2.2.6	Farmakoterapie a lékové skupiny	43
2.2.6.1	Antihistaminika	43
2.2.6.1.1	H1 – antihistaminika I. generace	43
2.2.6.1.2	H1 – antihistaminika II. generace	44
2.2.6.1.3	Topická antihistaminika.....	45
2.2.6.2	Kortikoidy	45
2.2.6.2.1	Topické nosní steroidy.....	45
2.2.6.2.2	Systémové steroidy	46
2.2.6.3	Kromony.....	46

2.2.6.4	Antileukotrieny.....	47
2.2.6.5	Dekongestiva.....	47
2.2.6.6	Anticholinergika.....	48
2.2.6.7	Výplachy nosní dutiny solnými roztoky	48
3	Stavba květu rostliny jako zdroje alergenu.....	50
3.1	Anatomie květních částí	50
3.2	Pylové zrno	59
3.2.1	Vývoj pylového zrna	59
3.2.2	Stavba pylového zrna.....	60
3.2.3	Chemické složení pylového zrna.....	63
4	Vybrané alergenní rostliny způsobující polinózu.....	63
5	Zhodnocení kurikulárních dokumentů pro výuku biologie na gymnáziích z hlediska výskytu řešené problematiky.	79
5.1	Zhodnocení témat „pylů a pylových alergenů“ v učebnicích určených studentům gymnázií	79
5.2	Zhodnocení tématu „pylů a pylových alergenů“ v RVP G	81
6	Vlastní výzkum – dotazníkové šetření u pedagogů gymnázií	83
6.1	Metodika šetření	83
6.2	Hypotézy šetření	84
6.3	Výsledky dotazníkového šetření.....	85
6.4	Zhodnocení hypotéz	95
7	Výukový projekt.....	96
7.1	Charakteristika výukového projektového vyučování	96
7.2	Metodika práce s výukovým projektem	98
7.2.1	Metodika pracovního listu pro výuku botaniky – Květ, opylení, oplození ...	99

7.2.1.1	Navržený pracovní list	102
7.2.2	Metodika laboratorního cvičení z biologie rostlin – Mikroskopické pozorování pylových zrn	105
7.2.2.1	Návod pro laboratorní cvičení z biologie rostlin – mikroskopické pozorování pylových zrn vybraných alergenních rostlin	108
7.3	E - learning	110
7.3.1	Metodika e-learningových výukových lekcí	111
7.3.1.1	E-learningové lekce na téma: Květ, opylení, oplození, květenství	114
7.4	Praktické ověření	118
8	Diskuse	120
9	Závěr	122
10	Přílohy	124
10.1	Příloha 1 – Vypracovaný pracovní list (3 strany)	124
10.2	Příloha 2 – Vypracované laboratorní cvičení (2 strany)	127
10.3	Příloha 3 – E-learningový kurz	129
10.3.1	Lekce Květ I	129
10.3.2	Lekce Květ II	136
10.3.3	Lekce Opylení, oplození rostlin	148
10.3.4	Lekce Květenství	157
10.4	Příloha 4	163
11	Seznam použitých informačních zdrojů	166
11.1	Internetové zdroje	167
11.2	Seznam obrázků	168
11.3	Seznam grafů	171

1 Úvod

Alergická onemocnění jsou nepochybně přibližně od poloviny 20. století na prudkém vzestupu a i přesto, že může mít toto onemocnění různou intenzitu projevu, vždy postiženému člověku znepríjemňují život. Alergie si proto získala přezdívku nemoc století. Ještě zhruba před třiceti lety byla alergie mezi dětmi do 15 let výjimečným jevem. V dnešní době patří podle statistik Světové zdravotnické organizace k alergikům 15-20 % světové populace. V české populaci tvoří alergiky 20-30 %, výskyt u generace do 15 let je známo až 25 % a toto číslo stále stoupá. Výskyt astmatu je v České republice v průměru 2,5 %, alergické rýmy (polinózy) 7,5 % a kožních alergií 4,5 %. V číslech absolutních je pak tedy 250 000 astmatiků, trpících respiračním onemocněním, je více než 700 000 osob, kteří mají zjevné potíže s tzv. sennou rýmou a přes 400 000 postižených alergickým kožním onemocněním, tedy ekzematiků, uvedeno v publikaci autora V. Petrů.

Alergické choroby řadíme do skupiny civilizačních nemocí, která jsou nejen zdravotním, ale i ekonomickým a společenským problémem a to jak u nás, tak i v zahraničí. Velký nárůst těchto zdravotních potíží vedlo a stále vede k rozvoji lékařského výzkumu, k objasňování příčin alergií, příznakům, jejich prevenci a léčbě. Velký nárůst alergických onemocnění je často spojován se znečištěním, technizací a chemizací životního prostředí ale také s chovem domácích zvířat. Výskyt alergických onemocnění se liší jak podle hygienické, tak i podle ekonomické úrovně dané společnosti. U jedinců je na vině špatná životospráva, stres, kouření či nadměrná hygiena, ale také významnou roli hraje dědičnost a predispozice k tomuto onemocnění. V publikaci od autora V. Petrů jsem se dále dočetla zajímavou informaci ohledně statistik a to, že v případě pokud není žádný z rodičů alergik, je riziko vzniku alergie u jejich potomků 10 %. Je-li sourozenec nealergických rodičů alergický, pak se riziko pro další dítě zvyšuje na 30 %. Je-li jeden z rodičů alergik, riziko pro potomka rázem stoupá na 40 %. Pokud jsou oba rodiče alergiky, riziko se zvyšuje na 60 % a v případě, že oba rodiče trpí stejným alergickým onemocněním, je až 70 % riziko, že jejich potomek bude také alergik.

Jedny z nejčastějších a velmi nepříjemných obtíží jsou tzv. respirační alergie, vyvolané vzdušnými alergeny (*aeroalergeny*). Tyto alergeny jsou vdechovány z ovzduší, a při nádechu pronikají do dýchacích cest. Jako inhalační alergeny označujeme alergeny

rostlinného původu, např. různé typy chlupů, výtrusy, chmýr, ale například i prach z usušených rostlin. Nejdůležitější skupinou rostlinných alergenů je pyl z květů rostlin. Projevem této alergické reakce je polinóza, ne zcela správně lidově označována jako tzv. senná rýma, neboť se nejedná přímo o alergii na seno, nýbrž na pyl rostlin. Známkou pylové alergie nemusí být pouze vodnatá rýma a kýchání, ale i zánět spojivek, astma či výskyt kopřivek.

Cíle diplomové práce:

- Definovat a charakterizovat květ, pylové zrno, alergie a jejich příčiny s důrazem kladeným na alergii pylovou.
- Provést šetření výskytu řešené problematiky v učebnicích pro gymnázia a v rámci průřezových témat v RVP G.
- Provést šetření formou dotazníků u učitelů gymnázií co z výše uvedené problematiky vyučují, zda mají dostatek materiálů a jaké materiály by pro výuku případně využili.
- Vytvořit učební materiály pro učitele gymnázií pro výuku botaniky se zaměřením na květ, především na organologii (květ, květenství, pylová zrna, přenos pylu), na opylení a oplození rostlin a laboratorní cvičení z biologie rostlin (mikroskopické pozorování pylových zrn) a dále vytvořit e-learningové materiály určené učitelům jako didaktická pomůcka při výuce probírané látky nebo otestování této problematiky formou online testu, či studentům gymnázií k učení, procvičení, opakování či otestování probírané problematiky (zaměřeno na témata – květ a květenství- stavba a význam, opylení, oplození rostlin, pyl, pylové zrno).

2 Alergie

Prudký nárůst alergických onemocnění nastal přibližně od poloviny 20. století, do té doby byly alergie okrajovým a veřejnosti téměř neznámým jevem. Zvýšení počtu těchto potíží vedlo k zintenzivnění a rozvoji lékařského výzkumu, k postupnému objasňování jejich příčin vzniku, podstaty, příznaků, prevence i léčby. Nelze opomenout, že o alergiích se i více ví, a také proto jsou častěji odhalovány, nehledě na to, že lidé s potížemi dnes více navštěvují lékaře. Stále však zůstávají nejasnosti o příčinách narůstajícího počtu alergických onemocnění, kterých je asi povicero. V souvislosti s „moderností“ alergií bývají zdůrazňovány civilizační vlivy, zchoulostivění lidstva, stoupající životní úroveň včetně úspěšné léčby různých nemocí a výroby nových lepších léků, ale s následkem snížení odolnosti lidského organismu. Nárůst alergických onemocnění bývá také spojován se znečištěním životního prostředí, s industrializací, chemizací a technizací civilizace, ale i s chovem domácích zvířat, u jedinců pak s nesprávnou životosprávou, stresem, kouřením, s omezením pobytu v přírodě a sedavým způsobem života, významné jsou však také dědičné aspekty. Na druhé straně je třeba říci, že alergie nejsou ničím novým. Už před naším letopočtem byla poznána nemoc zvaná astma a nesnášenlivost mléka u některých dětí i dospělých. Zmínky o pylové alergii pocházejí ze starého Řecka, kdy už byla známá „senná rýma“ a údajně se jednalo o alergickou reakci na pyl pouštních trav, který do Řecka zanášely větry z arabských zemí. Podrobnější informace o „senné rýmě“ jsou ze středověké Itálie, zvláště o působení pylu pelyňku pravého. V 19. století byla prokázána souvislost mezi trváním příznaků choroby a dobou květu rostlin, zvláště trav, a popsán byl i kontaktní ekzém. Termín „alergie“ (jiná reakce, řecky *allos-ergos* = reaguje jinak) začal v roce 1906 používat rakouský pediatr Clemens von Pirquet, a to pro reaktivitu organismu po předchozím podání látek cizích tělu. V roce 1920 byly pojmem „atopie“ označeny typy alergií, na jejichž vzniku se významněji podílí dědičnost. V minulém století byla rozpracována problematika přecitlivělosti (hypersenzibilizace) jako prvního období nemoci (ještě bez obtíží), s následnou vlastní alergickou reakcí po opakovaném setkání s určitou alergenní látkou. Asi před 40 lety byla zveřejněna existence alergických protilátek bílkovinné povahy, odpovědných za alergické reakce, které byly zařazeny do třídy imunoglobulinů typu E (IgE). Postupně byly definovány alergické choroby a v současnosti jde o veškeré aspekty

diagnostiky, prevence a léčení alergií. Podle stávajících odhadů je u nás asi 35% atopiků, to znamená, že obyvatel se zvýšenou hladinou protilátek (a tudíž s dědičným sklonem k alergii), i když se u řady z nich alergie nemusí projevit. Přitom 20-30 % obyvatel – alergiků – má zjevné projevy této nemoci, z toho je asi 8 % astmatiků, 12 % lidí s alergickou rýmou a 10 % ekzematiků. Téměř v každé školní třídě kteréhokoli postupného ročníku najdeme několik alergických dětí, přičemž nejde jenom o alergie na písemky, zkoušení nebo domácí úkoly. Nejvážnější chronickou alergickou nemocí je asi průduškové astma, následuje ekzém. Na druhé straně bylo právě v léčbě astmatu dosaženo značných úspěchů, proto většina alergických astmatiků je schopno v dospělosti vykonávat povolání podle zájmu, sportovat, rekreovat se v jakémkoli prostředí a podobně při minimálních potížích. Vede tedy život jako zdraví lidé, i když návrat nemoci ve zvýšené podobě nelze vyloučit nikdy (Petrů, 1994).

2.1 Etiologie alergie

2.1.1 Imunitní systém a alergie

Za imunitu se označuje schopnost organismu chránit se před cizími i vlastními (ale „odcizenými“) vlivy. Imunitní systém je schopen odpovídat obrannou reakcí na podněty lidskému tělu škodlivé a tolerovat přitom podněty neškodné. Takové látky, zpravidla bílkovinného charakteru, na něž náš imunitní systém reaguje, se nazývají antigeny. Při této obranné reakci dochází k tvorbě specifických buněk a protilátek, které naše tělo ochraňují tím, že tyto cizí látky (někdy i vlastní – například poškozené, nádorové nebo přestárle buňky) neutralizují a vylučují, případně umožňují jejich toleranci. Takové imunologické reakce jsou při normálním průběhu pro organismus prospěšné a důležité. Při následném kontaktu s určitým antigenem je opakovaná reakce imunity zpravidla rychlejší a účinnější. V některých situacích však imunitní systém tento normální rámec obrany „opustí“, ztratí kontrolu sám nad sebou a nastane reakce neúměrně silná, i když ji vyvolávají běžné a v podstatě neškodné látky. Taková tendence organismu reagovat na určité cizí látky „nenormálně“, tedy přecitlivěle a přemrštěně, se označuje jako alergie. Jde přitom o reakci imunitního systému na látky, které normálně pro tělo zdravého člověka žádnou hrozbu nepředstavují. Alergie je tedy nežádoucí imunitní reakce, při níž organismus vnímá cizí látky z jeho okolí jako škodlivé a brání se proti nim nadměrnou a nepřiměřeně prudkou reakcí, která je důsledkem

ztráty sebekontroly v některé části imunitního systému. Látky se schopností vyvolávat nežádoucí imunitní alergickou reakci (tzn. alergizovat) se nazývají alergeny (Petrů, 1994).

Organismus s náchylností k alergické přemrštěné reakci (spíše k nekontrolovanému spádu více reakcí) alergeny chápe jako vetřelce, a proto se proti nim intenzivně brání, zatímco zdravému jedinci vůbec nevadí, takže na ně ani nereaguje. Alergická reakce se zpravidla dostavuje náhle, v různé intenzitě na různých místech těla nebo v různých orgánech a v různých podobách. Výsledkem není ochrana před nepříznivým působením alergenu, ale poškození organismu reakcí, která je takto navozena. Pokud se podaří alergen odstranit, tak ve většině případů rychle reakce odezní. Proces, při němž dojde ke zvýšené citlivosti až přecitlivělosti organismu na nějaký podnět, se nazývá senzibilizace. Začíná tak, že už první kontakt s alergenem je v paměti imunitního systému fixován, ale vytváří se jen malé množství protilátek (IgE). Jestliže se kontakt s alergenem opakuje, reaguje imunitní systém zvýšenou tvorbou protilátek, až je tvoří stále, což má za následek alergickou reakci. Alergen se přitom spojuje s již vytvořenými protilátkami (imunoglobuliny), které jsou přítomné na povrchu zvláštních (tzv. žírných) buněk ve tkáních nebo na povrchu bílých krvinek. Při vzniklé reakci mezi alergenem a imunoglobulinem tyto živné buňky nebo bílé krvinky začnou tvořit specifické látky zvané mediátory, které způsobují projev alergické reakce v určité části organismu. Uvolnění mediátorů například v horních cestách dýchacích způsobuje alergickou rýmu; v dolních cestách dýchacích může vyvolat astmatický záchvat; uvolnění mediátorů v kůži má za následek ekzémy; v trávicím systému zvracení, nevolnost, průjem (tj. alergii na potraviny) atd. K onemocnění alergického typu tak nejčastěji patří alergická („senná“) rýma, bronchiální astma, ekzémy, vyrážky, otoky, alergický zánět spojivek a zánět středního ucha, migréna, trávicí problémy, může však dojít i k celkovému poškození v podobě anafylaktického šoku. Z hlediska průběhu tedy lze rozlišit dvě fáze – první je senzibilizace bez klinických obtíží a druhá vlastní alergická reakce po opakovaném setkání s alergenem. Atopie (z řeckého atopos = zvláštní, cizí) je dědičně založený podmíněný sklon k tomu, aby se člověk stal alergikem. Atopici jsou osoby se schopností snadněji alergizovat s následkem reakce na zevní podnět. Po určité době latence se u těchto osob dostavuje časná alergická přecitlivělost – atopie. Není to nemoc, ale predispozice k nemoci a zpravidla mívá rodinný výskyt. Podle predispozice k alergii se rozlišují dva typy lidí. Atopici mají tedy vrozený sklon k alergii, protože jejich organismus je predisponován

k větší citlivosti na alergen. Alergie se u nich zpravidla projeví už v dětském věku, s postupem let se často zmírňuje a může i (ale jen zdánlivě) vymizet. Non-atopici nezdědili sklon k přecitlivělosti na nějaký materiál, ale přesto se u nich může objevit, a to v každém věku; často to bývají alergie na léky (zejména antibiotika), na včelí jed nebo na saponáty. Při vzniku alergické choroby jedince se tedy podílí genetická dispozice, druh, koncentrace a agresivita alergenu a stav imunitního ochranného systému. To znamená, že se uplatňuje jak dědičná zátěž, tak vliv prostředí (podle Petřů, 1994).

2.1.2 Alergeny

Alergeny jsou látky většinou bílkovinné povahy, avšak alergizovat mohou také látky nebílkovinné, s fyzikálně-chemickou účinností. Jejich schopnost vyvolávat alergii závisí na druhu alergenu, na jeho množství, délce působení na organismus či místu, kterým do organismu přímo vstupuje. Při vstupu inhalační cestou a po vpichu alergenu do organismu jsou alergické reakce bouřlivější, než například při kontaktem s kůží nebo po požití alergenu. Alergen je látka schopná vyvolávat u atopických jedinců tvorbu IgE protilátek, až alergickou reakci. Jsou to látky pro nealergika zcela neškodné. Každý alergen se skládá z více částíček, správně označovaných jako nosiče, na jejichž povrchu je velký počet vlastních epitopů neboli alergizujících struktur. Schopnost vyvolat alergickou reakci je dán jejich prostorovému uspořádání. Na jednom nosiči tak může být a často také bývá větší počet alergizujících struktur. Ta, která dokáže senzibilizovat většinu alergických jedinců, označujeme jako hlavní alergen (podle Petřů, 1994).

Je zajímavé, a ráda bych zdůraznila situaci, kdy klinické projevy alergie ne vždy souhlasí s výsledky vyšetření. Dočetla jsem se, že existují případy, kdy pacient alergický na kočku, po kožních testech nevykazuje tuto alergii. Je to způsobeno tím, že právě jemu vadí některý z dalších epitomů, přítomných u jeho kočky, ale neodpovídá hlavnímu alergenu používanému při výrobě testovací látky.

Každá IgE protilátka reaguje specificky pouze s alergenem, který senzibilizaci vyvolal, případně s alergenem podobné struktury tzv. zkříženou reaktivitou. Zkřížená reaktivita je častá například u příbuzných druhů rostlin, avšak existuje i mezi alergeny, které na první pohled žádná podobnost není, jako například mezi některými druhy ovoce a zeleniny, latexem a potravinami. Je-li člověk přecitlivělý pouze na jeden alergen, pak tento jev

označujeme pojmem monovalentní alergie. Atopická dispozice však vede spíše k alergii polyvalentní, neboli stavu, kdy člověk reaguje přecitlivěle i na jiné alergen. K takové progresi však dochází většinou až v průběhu života, určitý věk dokonce předurčuje k senzibilizaci určitými typy alergenů. Tím, že je alergie s postupným věkem zhoršována, je alergikům často doporučováno se silně alergizujícím známým látkám vyhýbat i přes to, že na ně ještě alergičtí nejsou. Velký význam pro rozvoj alergie má i složení potravy a správné osídlení střevní sliznice pro imunitní systém, tzv. užitečnými mikroorganismy (podle Petrá, 1994).

Alergeny se dělí do dvou velkých skupin, tedy na alergen vnitřního prostředí a alergen venkovní. Jako za zvláštní skupinu alergenů jsou považovány alergen profesní s různým původem.

U alergenů vnitřního prostředí hraje významnou roli geografická poloha oblasti a také životní úroveň, ve které alergik žije. V našich geografických podmínkách jsou nejvýznamnějším zdrojem interiérových alergenů především roztoči, kteří jsou součástí tzv. domácího prachu a kterým se daří v teplém a vlhkém prostředí. Další významný zdroj alergenů jsou doma žijící zvířata, nejčastěji pes (alergen pocházejí nejčastěji ze slin, kožních šupin a moči), dalším často problematickým zvířetem bývá kočka (alergen pochází především ze slin a kůže), ale problémy mohou způsobit i jiná zvířata jako jsou drobní hlodavci – morče, křeček, krysa. V interiéru se můžeme setkat i s alergií na hmyz žijící v domácnostech. Plísň se vyskytují jak v domácím, tak ve venkovním prostředí. Z alergologického hlediska jsou nejvýznamnějšími *Altenaria*, *Cladosporium* a *Aspergillus*. Spory plísní se vyskytují především ve vlhku a teple, které jsou šířeny vzduchem na velké vzdálenosti (podle Seberová, 2017).

Do skupiny venkovních alergenů se řadí především pyly, jejichž pylová zrna jsou jedním z vůbec nejvýznamnějších zdrojů alergenů. Dále sem řadíme plísň.

Další skupinou je skupina alergenů způsobující potravinovou alergii, jako např. alergie na kravské mléko, vejce, ořechy, kakao, ryby, ovoce či zeleninu vznikající často na podkladě tzv. zkřížené alergie (podle Fuchs, 2016).

Problémy způsobující alergie jsou alergenů, které tvoří tzv. profesní alergie. Jsou to látky, které způsobují přecitlivělost jedince během výkonu jeho povolání. Povolání, která tyto problémy často způsobují, jsou např. čalouníci, pekaři či kožešníci, ale i zdravotníci (práce s latexovými pomůckami, či setkání s chemickými látkami jako antibiotika, acylpyrin atd.) (podle Bystroň, 1997).

Mezi zvláštní typ alergie se řadí alergie na léky, která může být vyvolána přímo jako reakce na lékovou molekulu, nebo na jednotlivé látky, které jsou během metabolické přeměny vytvořeny. Alergická reakce může být vyvolána jakoukoli formou podání, ať už jde o styk s kůží či sliznicí, inhalační cestu, požití ústy či injekcí. Injekční podání je ze všech vyjmenovaných forem nejriskantnější. Častá alergie je na antibiotika, jako například penicilin, či jeho deriváty jako ampicilin či oxacilin, nebo na biseptol. Jsou však známy i alergické reakce na léky na místní znecitlivění používající se v chirurgii či stomatologii (podle Bystroň, 1997).

2.1.3 Příčiny alergických onemocnění

Alergie, do značné míry dědičné onemocnění, může proniknout kdykoli během života. Alergologové jsou dnes schopni s velkou pravděpodobností předpovědět vznik alergie u jedince dosud zcela zdravého na základě vyšetření hladiny imunoglobulinů typu IgE, tzn. protilátek. Přes nepochybný faktor dědičnosti může být alergií postiženo i dítě narozené rodičům zcela zdravým, kteří se s žádným typem alergie nikdy nesetkali. Jestliže jeden z rodičů trpí alergií, je riziko onemocnění podstatně vyšší, odhaduje se asi na 30 %. V případě jakéhokoliv alergického onemocnění otce i matky zvyšuje se riziko alergie u dítěte na 60-70 %. Přitom se alergické onemocnění může vyskytnout i přes generaci, tzn. jednu generaci „přeskočí“. Gen pro alergii je lokalizován na pátém ze 46 chromozómů člověka a kontroluje produkci IgE protilátky. Dalším předpokladem vzniku alergické reakce je kontakt s alergenem. Příčinou prudkého nárůstu alergií v posledních desetiletích není genetická změna ve výbavě člověka, ta by vyžadovala více generací. Předpokládat lze v této souvislosti spíše změny prostředí a životního stylu. Není přitom tak úplně jisté, jak se často soudí, že alergie jsou přednostně problémem prosperujících zemí s vysokou životní úrovní. Jde o to, že tak zvané rozvojové (méně vyspělé) země, respektive jejich obyvatelstvo, mají spíše jiné problémy a lékařská péče s diagnostikou a statistická hodnocení nedosáhly často potřebné

úrovně ke srovnání. Jednou z nepotvrzených domněnek je, že více alergiků je v rodinách s přehnanou hygienou a čistotou, kde je vždy perfektně a beze zbytku uklizeno a vydezinfikováno (tzv. hygienická hypotéza). Takové, až skoro sterilní prostředí opravdu asi není ideální, vhodný je normální pravidelný úklid a čistota (podle Bystroň, 1997).

Trochu odlišně popisuje genetickou dispozici MUDr. Ester Seberová, která uvádí informaci, že atopie a alergie nejsou kódovány právě jediným genem, neboť se zmiňuje o srovnání genomu atopika a neatopického jedince.

Ve srovnání neatopického jedince je v genomu atopika prokázána celá řada variabilních odchylek zodpovědných za určité jevy pro atopii charakteristické, jako například zvlášť kódovaná produkce regulačních cytokinů, aktivita efektorových buněk imunitního systému, produkce IgE a dokonce i odpověď na daný jednotlivý alergen. Zmíněné odchylky jsou nepravidelné a objevují se v různé variabilitě, čímž je ukázána obrovská individuální různorodost alergických projevů (podle Seberová, 2017).

S tím souvisí i nepravidelnost v dědičnosti atopie. Atopie se tedy na potomky nepřenesou vždy a nezdedí se tedy ani určitá konkrétní choroba. Rodič s projevy pylové alergie – polinózy, může mít například potomka astmatika. Z výzkumů je však patrné, že určitá dědičná rodová zátěž, jejíž riziko se zvyšuje, jsou-li postiženi oba rodiče. Epidemiologické studie tak poukazují na skutečnost, že pravděpodobnost atopie u dítěte, jehož oba rodiče jsou sami atopici, je kolem 70%, zatímco u rodičů atopií nezatíženou je pravděpodobnost rizika vzniku kolem 12-15%. Pokud je postižen pouze jeden z rodičů, je nositelka většího rizika matka. O to, který z alergických projevů se na základě dědičné informace však u potomka skutečně projeví, rozhoduje vedle genomu i věk v období manifestace alergie a také vlivy prostředí. V průběhu evoluce tak obecně dochází na úrovni genu k určitým interakcím, které pak dále vedou ke změnám fenotypu populace. Prudký vzestup prevalence atopie, vyskytující se po dobu posledních desetiletí, však nelze vysvětlit náhodnými změnami genomu. Je patrné, že rozhodující vliv na reaktivitu populace, včetně vlivu na genom, mají změny prostředí, kterým je lidstvo obkloповáno (podle Seberová, 2017).

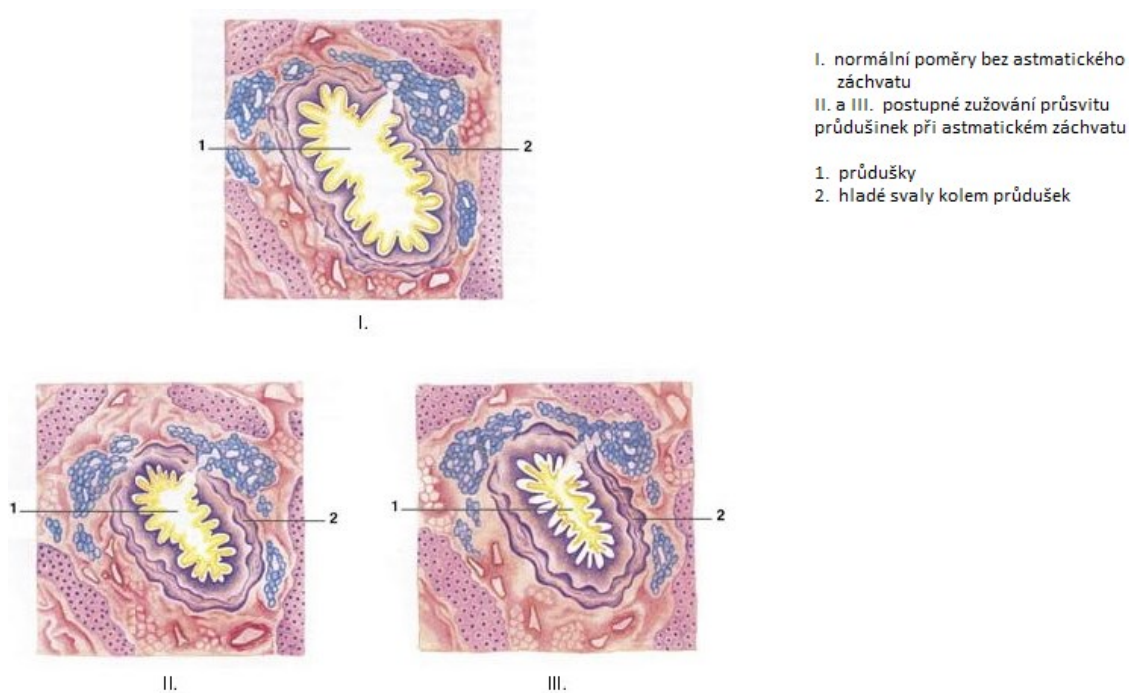
Neustále je velká pozornost věnována epigenetickým změnám vzniklým působením různých environmentálních faktorů. Je tedy prokázáno, že v důsledku faktorů vnějšího prostředí je aktivita genů tzv. „probuzena“, nebo naopak tzv. „vypínána“, což může vést ke

změnám fenotypu a průběhu onemocnění (podle Seberová, 2017).

U polinotiků byly prokázány změny na úrovni methylace DNA a následně odlišná diferenciací regulačních lymfocytů ve srovnání se zdravými kontrolami po expozici jejich buněk pylovým alergenům. Pro budoucí léčebné možnosti alergických chorob je slibné, že tyto změny lze experimentálně ovlivnit, například přísunem některých vitamínů a rovněž specifickou alergenovou imunoterapií (podle Seberová, 2017).

Velmi nebezpečnou alergickou reakcí je tzv. anafylaktický šok, k němuž dochází následkem proniknutí alergenu přímo do krevního oběhu. Rychle postihuje celý organismus a je to život ohrožující stav s rozšířením cév a náhlým postižením srdečního svalu. Anafylaktický šok, vyvolávají většinou známé silné alergeny, jako například včelí med nebo burské oříšky. Účinnou první pomocí je použití autoinjektoru s adrenalinem, který zvyšuje krevní tlak a zlepšuje prokrvení tkání. Přitom se zpravidla dostavuje astmatický záchvat s dušením, zrychlené dýchání, pokles krevního tlaku, případně žaludeční nevolnost, bledost, zvracení, průjem, opocení, kopřivka i otok kůže, následovat může zhroucení a bezvědomí (podle Seberová, 2017).

O zajímavém porovnání co se děje při normálním fungování v průdušinkách u člověka bez záchvatu a při astmatickém záchvatu jsem se dočetla z anatomie určené pro Masarykovu Univerzitu v Brně. Na následujícím obr. 1 je znázorněn rozdíl normálních poměrů a poměrů při astmatickém záchvatu, jehož část I. popisuje průsvit průdušinkami za normálního stavu bez astmatického záchvatu, části II. a III. zobrazují postupné zužování průsvitu průdušinek při záchvatu dušnosti. Při astmatickém záchvatu dochází ke stažení hladkých svalů kolem průdušek, průdušinky se zúží a člověk nemůže vydechnout, dochází tak k tzv. výdechové dušnosti až k dechové nedostatečnosti. Při astmatickém záchvatu dochází zároveň k otoku nosní sliznice a nadměrné tvorbě hlenu. S astmatickým záchvatem je spojena celková únava či momentální slabost, někdy doprovázena horečkou. V noci či po ránu se u astmatiků objevuje suchý, dráždivý kašel. Charakteristické je sípání či hvízdání (podle Seberová, 2017).



Obr. 1: Řez průdušinkami při astmatickém záchvatu

(upraveno podle

https://is.muni.cz/do/fsp/s/elearning/zaklady_anatomie/zakl_anatomieIII/pages/dychaci_soustava.html)

Pro alergika a jeho okolí je bezpochyby jedním ze stěžejních problémů vyléčitelnost alergie. Vrozené náchylnosti neboli atopii zabránit nelze, ani ji ovlivnit. V optimálních případech se příznaky alergie daří eliminovat, ty se však mohou kdykoli znovu objevit. Přesto se stává, že alergické potíže v průběhu dospívání zcela vymizí, hladina protilátek však zůstává zachována, proto nelze návrat nemoci vyloučit. Výjimkou nejsou ani případy kdy se alergie poprvé objevila v až v seniorském věku. V takovém případě se dosud latentní („spící“) geny probudily k činnosti například infekčním onemocněním, psychickým stavem či změnou způsobu života. U nositele genu se alergie po celý život nemusí vůbec projevit, ale dispozice může být přenesena na další generaci (podle Petrů, 1994).

Podle místa výskytu můžeme rozdělovat alergeny bytové, neboli domácí (roztoči, domácí zvířata, plísňe aj.), alergeny vnějšího prostředí (pyl, hmyz, rostliny), alergeny pracovního a školního prostředí (chemické látky, kovy, plasty, latex, aj.), potravinové (mléko, ořechy, ovoce, zelenina, korýši, aj.), lékové (antibiotika a jiné léky). Do lidského organismu se mohou dostat alergeny různým způsobem – vdechnutím, tzv. inhalační (především pyly a

jiné části rostlin jako např. výtrusy, chmýr, trichomy), dále srst nebo peří zvířat, či prach. Potravinové – požívané alergen, kontaktní – kontakt s pokožkou (podle Petrů, 1994).

2.1.4 Faktory prostředí a rozvoj alergického onemocnění

Vliv prostředí je jedinou složkou, kterou můžeme být teoreticky schopni ovlivnit, čímž můžeme zabránit vzniku onemocnění, případně jeho progresi. Neustálý nárůst alergií tak vede k intenzivní analýze vlivu faktorů, které by mohly ovlivňovat reaktivitu imunitního systému (podle Seberová, 2017).

1. Faktory uplatňující se v období dozrávání imunitního systému a mající spolu s genomem jedince vliv na určení typu jeho reaktivity.
2. Faktory působící na atopicky disponovaného jedince (potenciálního alergika), ovlivňující míru senzibilizace a charakter alergické choroby (patří sem především alergen a nespecifické faktory, např. znečištění ovzduší, infekce, ale i celkový zdravotní stav pacienta).
3. Faktory fungující jako spouštěče obtíží u onemocnění, které se již projevilo.

Velmi důležitá z hlediska individuality i společensky je především první skupina. Dnes je všeobecně známa teorie, která uvádí, že explozivní nárůst alergických onemocnění je výsledkem faktorů vnějšího prostředí, které svým souhrnným působením vedou k narušení fyziologické rovnováhy Th1/Th2 typu imunity ve prospěch typu Th2 (podle Seberová, 2017).

Díky zvyšování socioekonomické a zároveň i hygienické úrovně života jsou nechtěně aktivně potlačovány mechanismy podporující rozvoj Th1 systému, tzv. přirozenou mikrobiální stimulaci (omezení přirozené bakteriální stimulace v úsilí o maximální ozdravení prostředí, zásahy do přirozeného promoření populace infekčními stimuly při používání vakcín a širokospektrých antibiotik, modifikace fyziologického osídlení zažívacího traktu při omezení kojení apod.). Současně je ale zvyšována i alergenová zátěž, stimulující faktor pro Th2 systém (především velké množství inhalačních alergenů v interiérech, cizorodé alergizující prvky ve stravě, modifikace alergenů rostlin průmyslovými zplodinami. atd). Ke zmíněným faktorům však dále přispívá i celá řada podpůrných, neboli adjuvantních negativních vlivů, mezi které se řadí jak aktivní, tak i pasivní kouření (podle Seberová, 2007).

Jako tzv. proalergicky působící vlivy podle některých studií se uvádějí například náhrada mateřského mléka umělým, nízký počet sourozenců v rodině, datum narození v jarních měsících ovlivňující časné setkání s alergenem, či mužské pohlaví dítěte. Jako rozhodujícím obdobím pro stanovení odpovídavosti imunitního systému je považováno období krátce po narození, kdy je dítě bezprostředně vystaveno velké antigenní náloži z vnějšího prostředí. Podle studií je dokázáno, že k úplně první fázi, kdy se plod setkává s alergenem a tím se naprogramuje jeho reakce, dochází již v časné fázi jeho nitroděložního života. Vnějšími prostředím je v té době mateřský organismus, z něhož vycházejí dané rozhodující signály. Ještě však není úplně známo, jak velkou roli a do jaké míry hraje při alergizaci plodu mateřský organismus. Preventivní opatření se proto přesouvají již do období těhotenství (podle Seberová, 2017).

2.1.5 Pojmenování a evidence alergenů

K registraci a evidenci alergenů byla zavedena alergenní nomenklatura, podle které se každý alergen označuje zkratkou tvořenou písmeny a číslem. Písmena ve zkratce vycházejí z vědeckého názvu původce alergenů (první tři písmena rodu a první písmeno druhu – například Latex (velmi aktuální alergenní materiál s více než 30 identifikovanými alergeny, přičemž nejlépe popsány jsou pod označením Hev b 1, 2,3 až Hev b 12. Hev b: *Hevea brasiliensis* (kaučukovník brazilský). Z číslice se zjistí, o kolikátý alergen daného druhu se jedná, určí se pořadí již známých alergenů tohoto druhu. Alergeny jsou postupně izolovány, registrovány a charakterizovány se stanovením molekulové hmotnosti. U břízy (*Betula verrucosa*) byly prokázány dva alergeny značené Bet v 1, 2, u jílku vytrvalého (*Lolium perenne*) Lol p 1, 2, 3, 4, 5, či u mrkve (*Daucus carota*) byl identifikován jeden alergen označovaný jako Dau c 1 (podle Petřů, 1994).

Základy systematické klasifikace a nomenklatury alergenů pocházejí teprve z období 80. let minulého století, kdy byl v roce 1986 zveřejněn první seznam 26 definovaných alergenů z rostlin a roztočů. V případě většího počtu alergenů určitého zdroje se první z nich označují jako majoritní, tedy hlavní a alergeny, přičemž jejich specifické protilátky se nacházejí u podstatné většiny – přes 90 % alergiků. Například podzemnice olejná (*Arachis hypogaea*) má hlavní alergeny Ara h 1 a Ara h 2, přičemž ostatní (Ara h 3,4) se poněkud nepřesně označují jako minoritní – vedlejší, i přesto, že bývají příčinou zkřížených reakcí. Přesná

alergenní nomenklatura a evidence alergenů jsou nezbytné pro další systematický výzkum, který vede k odhalování příčin alergií jakéhokoli typu (podle Petřů, 1994).

2.1.6 Zkřížená alergie

Zkřížená alergie neboli reaktivita (cross-reactivity, zkráceně CR) je stav, kdy se u člověka objeví příznaky alergického onemocnění, ale reakce je způsobena jiným alergenem, než tím, na který má již dříve vytvořeny protilátky. Tento jev se projevuje na základě příbuznosti druhů (kmen, podkmen, třída, řád a především čeleď a podčeď), u kterých se dá očekávat přítomnost chemicky totožných, téměř totožných, nebo alespoň velmi podobných bílkovin, tedy chemická stavba, složení jejich aminokyselin v bílkovinném řetězci je stejné. Např. u člověka alergického na břízu, s vytvořenými protilátkami na pyl břízy se může objevit alergická reakce po banánu, i když u něho konkrétní protilátky proti banánu při alergologickém vyšetření objeveny nebyly. Důvodem je podobná stavba alergenu břízy a alergenu banánu. Jeden druh může obsahovat i několik alergenů. Podle množství shodných úseků bílkovin rozlišujeme alergeny homologní a panalergeny. Homologními alergeny označujeme alergeny, které jsou si podobné. Mezi těmito alergeny se nachází vysoké procento zkřížených alergií. Udává se, že podobnost jednotlivých úseků bílkovin je až 50 %. Tato shoda především hlavních alergenů způsobuje celou řadu zkřížených reakcí mezi inhalačními (pyly, prach, roztoči), potravinovými, hmyzími a lékovými alergeny. Alergeny, které jsou si podobné až z 80 %, nazýváme panalergeny. Výskyt zkřížených reakcí mezi těmito typy alergenů je mnohem vyšší. Jsou prozkoumány tři hlavní panalergeny (profilin, trombomyosin a lipid transfer protein – LTP) (podle Fuchs, 2005).

Příklady zkřížených reakcí:

bříza – olše – líska – habr

mrkev – celer – kmín – koriandr

pelyněk – bříza – celer

celer – mrkev – pelyněk

pyly trav – brambory – rajčata

pyly trav – meloun

hvězdnicovité rostliny – mateří kašička – med

vosa – komár

heřmánek – pelyněk - ambrózie

(upraveno podle Fuchs, 2005)

Příklady zkřížených reakcí vyvolaných panalergeny:

bříza – ovoce – burský oříšek – bojínek (profilin)

korýši – měkkýši – hmyz – roztoči (trombomyosin)

ovoce (čeleď Rosaceae i non – Rosaceae) – zelenina – stromové ořechy

(upraveno podle Fuchs, 2005)

Nejčastěji alergizujícím českým ovocem bývají jablka a hrušky z čeledi růžovitých. Růžovité mají úzký vztah s čeledí břízovitých. Mezi další alergizující ovoce patří jahody, třešně, meruňky a broskve. Z tropického ovoce patří mezi alergizující především kiwi, z čeledi aktinidiových. U kiwi je popisována zkřížená alergie s alergenem břízy. Homologní bílkoviny najdeme ale také v českém ovoci, celeru, sezamu, máku a stromových ořeších. U melounů, z čeledi tykvovitých alergenita postupně stoupá. Alergie jsou známy nejen u melounu vodního, ale i u melounu kantalupského, ananasového a cukrového. Zkřížená alergie může nastat s tykvovitými (okurka, tykev, dýně), dále také s avokádem, kiwi, s banánem, také jsou známy zkřížené alergie s bylinami, např. s jitrocelem. Banán, z čeledi banánovníkovitých má 78 % homologicky stejných bílkovin (profilin) s břízou. Zkříženou reakci však ovoce vyvolává také s bylinami, konkrétně např. s ambrózií či pelyňkem. Vysoce alergizujícím ovocem je ananas z čeledi broméliovitých, který vykazuje zkříženou reaktivitu s příbuznými enzymy, které obsahují především kiwi, papája, fíky, sója (Fuchs, 2005).

Mezi zeleninu způsobující nejvíce alergií patří zejména kořenová zelenina a to především celer, petržel a mrkev patřící do čeledi miříkovitých. U celeru je známa zejména zkřížená alergie s mrkví a pelyňkem. Celer patří na světě mezi nejagresivnější alergeny, ne kvůli velkému počtu alergiků, ale protože po požití syrového celeru většinou u alergiků přichází silný a velmi nebezpečný anafylaktický šok. Alergie na rajčata z čeledi lilkovitých je zejména známa jako zkřížená alergie s travami a obilím, především z čeledi lipnicovitých. Tepelná úprava může alergeny částečně neutralizovat, ale jsou známy i případy alergie na

kečupy, rajské omáčky a polévky. Sušení a zmrazení alergenů nezničí. U této alergie mohou působit i kofaktory, které v kyselém prostředí či spolu s alkoholem mohou alergii ještě několikrát zhoršit. Alergii mohou vyvolat i brambory z čeledi lilkovitých. Jedná se o alergii zkříženou především s alergenem pylů z čeledi břízovitých. Vařením se však brambory stávají neškodnými i pro velmi citlivé alergiky (Fuchs, 2005).

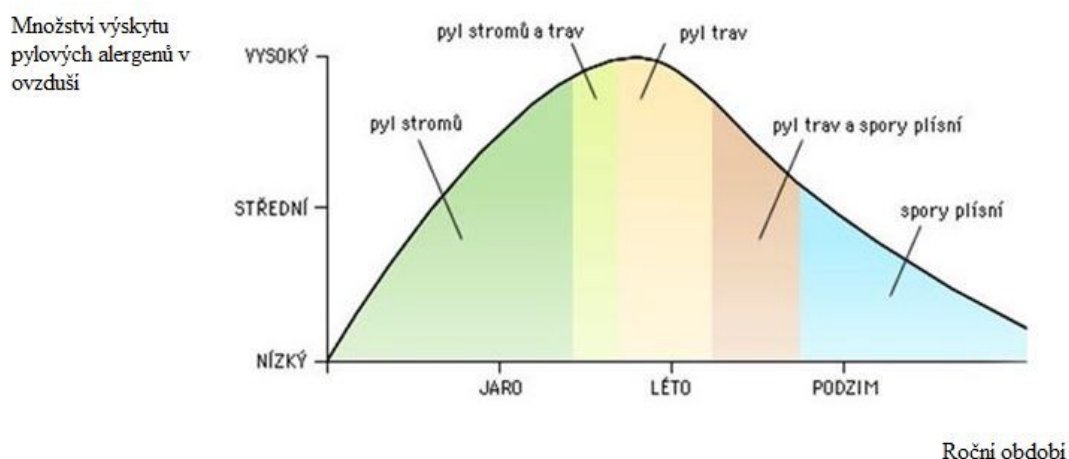
2.2 Pylová alergie

Pylová alergie, nebo často také polinóza je označení pro onemocnění způsobené pylovými alergenem. Projevuje se jako tzv. senná rýma, sezónními alergickými záněty spojivek, postižením horních cest dýchacích, kožními kopřivkami až pylovým astmatem. Nejčastější alergií v České republice je alergie na pyly trav asi 50 % případů polinóz, přibližně 25 % připadá na alergiky na pyly dřevin a bylin. Pylové alergenů jsou rozptýlené v ovzduší a při nádechu pronikají spolu se vzduchem do dýchacích cest. Alergické příznaky jsou provokovány při určitých koncentracích pylových zrn v ovzduší. V průměru stačí 10 – 20 pylových zrn v 1 m³. Pylová zrna mají většinou žlutou barvu a dosahují velikosti od 2 do 150 mikronů. Mají jedno až dvě jádra, krytá na svém povrchu zevním obalem, exinem a jeho součástí patří mezi nejodolnější přírodní látky. Podle velikostí a struktury exinů lze jednotlivé druhy pylů rozpoznat. Pyl obsahuje alergizující bílkoviny. Pyly se zachytí na sliznici díky svým výběžkům a pórům na povrchu. Pylová zrna obsahují samčí buňky, které se dostávají k samičím buňkám (vajíčka v semeníku) dvěma způsoby: menší, jsou roznášeny větrem a rostliny (větrosprašné) je produkují ve velkém množství; větší a těžší pylová zrna přenáší hmyz (hmyzosprašné rostliny). Pyly větrosprašných rostlin způsobují sezónní alergie, pyl je přenášen na velké vzdálenosti, tím mohou lidé alergicky reagovat i na pyly rostlin, které v jejich blízkosti přímo nerostou. Pyly hmyzosprašných rostlin se do ovzduší dostává jen v nepatrném množství. Květy těchto rostlin jsou obvykle velké, nápadné a vonící, aby vábily hmyz. Jejich pyl působí alergické projevy pouze v bezprostředním kontaktu (při sběru květů, ležení na louce). Přítomnost pylových alergenů v ovzduší je sezónní závislostí na době „pylení“ jednotlivých druhů rostlin. V časném jarním období kvetou například líska, vrba, olše, bříza, habr, či jasan. V druhé polovině jara až první polovině léta převažují v ovzduší pyly trav a obilnin a v období vrcholícího léta a časného

podzimu je alergizující složkou především pyl bylin např. pelyňku (Petrů, 1994).

Pylová sezóna se dělí na 3 období, která jsou závislá na klimatických podmínkách. Grafické rozdělení je zobrazeno na obr. 2. Graf znázorněn na obrázku níže platí pro naše klimatické podmínky, kde osa x popisuje dané roční období a na ose y je znázorněno množství výskytu pylových alergenů v ovzduší.

1. Časné jarní období, kdy se v ovzduší objevují především pyly dřevin.
2. Druhá polovina jara až první polovina léta, v ovzduší převažují pyly trav a obilnin.
3. Období vrcholícího léta a časného podzimu, hlavní alergizující složkou v ovzduší jsou pyly trav.



Obr. 2: Množství výskytu pylových alergenů v ovzduší v závislosti na ročním období

(Upraveno podle: <https://www.lekarnaakat.cz/news/pylova-alergie-senna-ryma-polinoza-/>, 10.11.2018).

Pylová informační služba

Tak, jako ve většině evropských zemí, existuje pylová informační služba také v České republice. Je známa pod zkratkou PIS. Jedná se o celorepublikové pylové zpravodajství, založeno v roce 1992. V hlavní pylové sezóně PIS pravidelně sleduje a poskytuje obyvatelstvu informace o aktuálním obsahu pylu v ovzduší. V současnosti sleduje aktuální pylovou situaci pomocí 11 tzv. monitorovacích stanic, sloužících jak lékařům, tak alergikům ke zkvalitnění léčby. PIS zprostředkovává alergikům vždy aktuální týdenní výhled pomocí pylového zpravodaje, uvádějícího dominantní pylové alergen a alergen právě aktivní. Dále jsou v pylovém zpravodaji uváděny informace o nadcházejícím období a pylové zhodnocení minulého týdne. Na webových stránkách se lze zaregistrovat k odběru pylového zpravodajství prostřednictvím e-mailu, které je určeno k nekomerčnímu využití.

V hlavní pylové sezóně, která v našich klimatických podmínkách trvá od časného jara (začátek března, v teplých zimách mnohdy i dříve) do konce října, je největší počet pylových zrn roznášen prohrátým vzduchem kolem poledne, za slunečného počasí. Naopak nejméně pylových zrn se ve vzduchu vyskytuje po dešti. Jarní měsíce (březen – květen) jsou typické pro výskyt alergenů stromů a keřů, zatímco v období květen–červenec jsou obvyklé pro výskyt alergenů pylů trav a kvetoucích plevelů. Pro konec pylové sezony je charakteristický výskyt pylů některých plevelů, jako například pelyňku či neméně alergizující ambrózie. Grafickým znázorněním a snadno čitelným pomocníkem je pro všechny alergiky, tak i lékaře pylový kalendář, který uvádí nejvíce dominující pyly jednotlivých rostlin – bylin či dřevin, které v daném měsíci kvetou. V pylovém kalendáři je také uvedeno hraniční období kvetení jednotlivých rostlinných druhů. Ukázka pylového kalendáře je uvedena na obr. 74, v kapitole 4, věnované vybraným alergenním rostlinám.

2.2.1 Fyziologická funkce nosu

V souvislosti s pylovými alergiemi jsou uvedeny následující kapitoly věnované nejprve fyziologické funkci nosu, kde je uvedeno, jak nosní dutina funguje bez alergie a dále je popsáno co se děje v dutině nosní v průběhu setkání s alergenem, podrobně popsáno v kapitole Alergická reakce I. typu, stejně tak je dále rozebíráno v kapitole nazvané

Alergická reakce na sliznici nosu. Navazující kapitola je zaměřena na klasifikaci alergické rýmy, další je zaměřena na diagnostiku a poslední kapitola z tohoto celku je věnována farmakoterapii a lékovým skupinám využívaných při léčbě a zmírnění pylové alergie.

Nosní dutina a s ní komunikující horní cesty dýchací (vedlejší dutiny nosní, nosohltan), tvoří vstupní bránu pro inhalovaný vzduch, ten pak následně postupuje do hrtanu, dále do průdušnice a průdušek. Vzduch neprochází nosem pasivně, ale jeho proudění a doba strávená v nosní dutině jsou reflexně aktivně regulováno tak, aby byl dostatek času k upravení jeho kvality. Kromě funkce čichové, plní nos také funkci homeostatickou, která je pro člověka mnohem důležitější. Vzduch je zde filtrován, velké nečistoty jsou zachyceny přímo v nosním prostoru a většina částic menších o velikosti kolem 50 mikrometrů zachycuje nosní sliznice, odkud jsou odstraňovány působením mukociliárního systému, ohříván nebo ochlazen na teplotu lidského těla a je téměř 100% nasycen vodními parami (podle Seberová, 2017).

Sliznice nosu je pro výkon homeostatické funkce pokryta výstelkou řasinkového epitelu (podobně jako v průduškách) s bohatou cévní pletení, jejíž náplň reguluje nosní rezistenci, tím i dobu setrvání vzduchu v dutině nosní. Dále je sliznice nosu vybavena nosními žlázkami, důležitými jak pro hospodaření s vodou, tak i pro produkci látek bránících přemnožení škodlivých mikroorganismů. Jsou zde zastoupeny nejen rozpoznávací, ale i výkonné struktury imunitního systému, spolupracující s autonomním nervovým systémem, reprezentovaným různými typy nervových vláken a zakončení, reagující neustále na kvalitu inhalovaného vzduchu s bezpečnostní funkcí, zajišťující jeho optimální ošetření. Dutina nosní je tedy prvním místem zachytu škodlivin, které do organismu přichází z vnějšího prostředí formou inhalace. Jako škodliviny mohou být tělem považovány nejen mechanické částice, jako např. alergeny, exhaláty, prach či mikroorganismy, ale také třeba fyzikální faktory – extrémní kolísání teploty a vlhkosti, či dráždivé plyny. Zdravá nosní sliznice se po bezprostředním setkání se škodlivou látkou vyrovná bez vniku jakýchkoli obtěžujících nosních příznaků, aniž by si to člověk uvědomil. Jen výjimečně si člověk v danou chvíli uvědomí sníženou neprůchodnost nosní dutiny např. ve velkém mrazu nebo v přítomnosti látek silně dráždivých. K jiné situaci dochází u alergiků, protože většina inhalovaných alergenů se zachytí na nosní sliznici. Pokud jsou na základě předchozí senzibilizace přítomny specifické IgE protilátky, jsou následně navázány na žírných buňkách sliznice nosu

a alergická reakce vznikne přímo zde. Podmínky pro alergickou reakci jsou v nose natolik příznivé, proto bývá alergická rýma často uváděna jako typické modelové onemocnění vznikající na podkladě přecitlivělosti I. typu (podle Seberová, 2017).

2.2.2 Alergická reakce I. typu

Atopičtí jedinci mají při kontaktu s alergenem ve své genetické výbavě zakódováno upozornění, že jde o nebezpečnou látku, proto již při prvním setkání s alergenem zahájí tvorbu protilátek s vysokou účinností, které jsou pro daný alergen specifické (tzv. reaginů třídy IgE) (podle Seberová, 2017).

Produkce imunoglobulinu E je výsledkem složitého řetězce dějů v imunitním systému, během kterého proniká inhalovaný alergen vrstvou epitelu do sliznice. Kde je zachycen a následně zpracován tkáňovými buňkami (dendritické, antigen-úřezující buňky). Dále je antigen předkládán imunologicky aktivním buňkám leukocytům a T lymfocytům s důležitou regulační funkcí. Komunikace mezi zúčastněnými buňkami je zprostředkováno pomocí velkého množství chemických látek – cytokinů, aktivizujících další buněčné populace. V poslední fázi dojde u alergika k aktivaci B lymfocytů, produkujících protilátky typu imunoglobulinu E, které jsou schopny specificky reagovat s daným alergenem. U nealergika je dané spektrum cytokinů produkovaných T lymfocyty odlišné a místo produkovaných IgE protilátek a senzibilizace organismu je naopak navozena tzv. tolerance antigenu. IgE protilátky byly evolučně vytvořeny a určeny ke zničení mimořádně nebezpečných antigenů, např. parazitů. U nealergických jedinců je jejich množství v těle zcela minimální. U atopiků bývá naopak jejich tvorba nápadně vysoká a při každém dalším setkání se specifickým alergenem se jeho množství ještě zvyšuje (podle Seberová, 2017).

Vlastnosti tzv. nebezpečného alergenu si imunitní systém člověka uloží do své paměti tak, aby byl při každém dalším setkání s ním byl ihned schopen účinně reagovat, tedy vytvářet další a další účinné IgE protilátky. Proto se intenzita a rychlost alergické reakce při jejím opakování neustále zvyšuje (podle Seberová, 2017).

IgE protilátky samy nemají schopnost alergen likvidovat. Jejich obranný potenciál je dán tím, že se navážou na tzv. efektorové buňky, které obsahují, nebo jsou schopny rychle vytvořit celý arzenál látek se silně destrukčními účinky. Vazba specifického IgE na povrch efektorových buněk umožňuje jejich cílené zaměření proti alergenů stejné specificity, jako je navázaná IgE protilátka. Efektorovými buňkami imunitního systému v první fázi reakce jsou především žírné buňky (mastocyty) a basofilní granulocyty. Tyto obranné buňky jsou hustě rozmístěné na strategicky významných pozicích ve tkáních – všude tam, kde do organismu pronikají cizorodé antigeny (např. v kůži a povrchových vrstvách sliznic). U nealergika jsou běžnou součástí obranného systému. Atopici mají ve svých tkáních nejen zvýšený počet mastocytů, ale tyto buňky jeví také zvýšenou pohotovost k reakci (podle Seberová, 2017).

Žírná buňka s molekulami specifických IgE protilátek navázaných na svém povrchu je tedy připravena cíleně (specificky) zareagovat na tento alergen, což znamená, že je organismus senzibilizován. Pojem senzibilizace nemusí nutně znamenat alergické onemocnění. Od senzibilizace po první alergické projevy člověk prožívá tzv. bezpříznakové období, tedy různě dlouhé období, trvající od několika dní po až několik let. Důležitou roli zde hraje jak genetická dispozice, tak i vliv prostředí, ve kterém se potenciální alergik pohybuje (podle Seberová, 2017).

Opakovaným stykem alergika s alergenem se „nastartuje“ vlastní alergická reakce, při které se naváže příslušný alergen na molekuly IgE, čímž dojde ke složitým biochemickým reakcím mířících do nitra výkonné buňky. Jako výsledek těchto reakcí označujeme jev tzv. degranulace žírných buněk a bazofilních leukocytů (vyprázdnění obsahu nitrobuňčných rezervoárů za vzniku tzv. mediátorů alergické reakce. Některé z uvolňujících se látek jsou připravené vně buňky, jiné se v průběhu reakce vytvářejí. Jako příklad mediátoru brzké fáze alergické reakce, ne však jediným, je často zmiňován histamin. S ním je u alergických reakcí přítomna také tryptáza, prostaglandiny, leukotrieny a dále také látky působící na následující děje (interleukiny, cytokiny) (podle Seberová, 2017).

Uvolněné mediátory alergické reakce a cytokiny tak mají dvojí funkci:

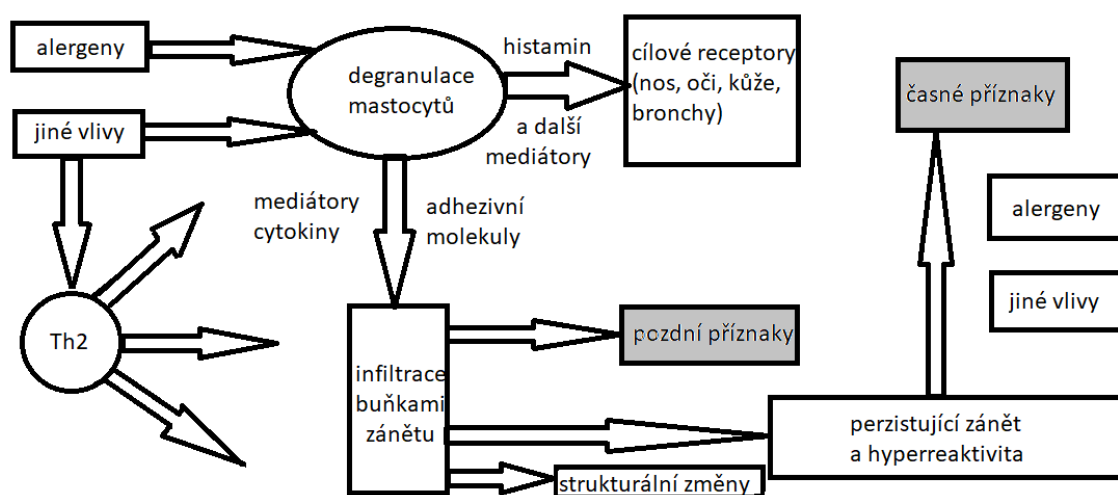
1. Přímé působení na receptory ve tkáních, velmi rychle jsou spouštěny děje, které by měly vést k rychlému odstranění alergenu (otok, zvýšená tvorba hlenu, překrvení, podráždění nervových zakončení vedoucí ke kašli, ke svědění či kýčání, stah hladkého svalstva. Děje trvající několik málo minut, jsou často označovány jako tzv. časná fáze alergické reakce (podle Seberová, 2017).
2. Podpora místního alergií vyvolaného lokálního zánětu, tzv. pozdní fáze alergické reakce, ke které dochází v průběhu několika následujících hodin (podle Seberová, 2017)

Přítomné látky zprostředkující průběh alergických reakcí jsou zodpovědné za zvýšení propustnosti cévní stěny a tím jsou do místa reakce aktivně přenášeny buňky z krevního oběhu. Ty spolu s místními buňkami uvolňují další mediátory, cytokiny a interleukiny, zajišťující pokračování již nastartované reakce. Komunikace mezi buňkami navzájem je zajištěna pomocí adhezivních molekul, které jsou v průběhu reakce exprimovány na buněčném povrchu. Buňkami typickými pro alergický zánět jsou eozinofilní granulocyty, zdroj neobvykle agresivních produktů s destrukčními účinky na okolní tkáň, podle kterých je také alergický zánět označován právě jako eozinofilní. Nahromaděné eozinofily v místě probíhajícího zánětu produkují jednak další cytokiny, které svým vlivem způsobují vniknutí dalších buněk z krevního oběhu do sliznice, čímž udržují alergickou reakci v běhu, jednak velmi toxické zásadité bílkoviny působící agresivně na epitel dýchacích cest. Jejich vliv způsobuje poškození celistvosti epiteliální výstelky, někdy dochází až k odloupání celých trsů epiteliálních buněk, čímž je způsobeno zhoršení obranné funkce epitelu a zvyšuje se tak prostupnost sliznice pro další alergeny. Alergický zánět je podporován i autonomním nervovým systémem, jehož vlákna bývají drážděna právě již výše zmíněným histaminem a jsou obnažena v důsledku porušení epitelu (podle Seberová, 2017).

Zvýšené množství alergenů znovu vstupuje do již probíhající zánětlivé reakce ve sliznici a vzniká tak začarovaný kruh, ve kterém se děj neustále udržuje a často nabírá na intenzitě. Alergický zánět tak může po několika následujících hodinách buď ustoupit – za předpokladu nepůsobení již dalšího spouštěcího mechanismu, nebo naopak v praxi mnohem běžnější – dlouhodobé či časté setkávání s alergenem udržující zánět ve formě chronické. Chronický

zánět pak vede k dalšímu, hrubšímu poškození celistvosti slizniční výstelky, hyperreaktivitě v důsledku obnažení nervových zakončení a v některých tkáních až k přestavbovým změnám spojeným s nadměrnou tvorbou vaziva při procesech hojení (podle Seberová, 2017).

Výše uvedené reakce probíhají v různých orgánech podobně pouze s drobnými odlišnostmi, které jsou dány ve stavbě orgánů a jejich funkcí a tím zároveň v zastoupení zúčastněných buněk a jejich produktů, vše je zobrazeno na schématu alergické reakce, obr. 3, níže.



Obr. 3: Schéma alergické reakce

(Upraveno podle Seberová, Alergická rýma, 2017)

2.2.3 Alergická reakce na sliznici nosu

Specifické rysy pro alergickou reakci na sliznici nosu jsou dány anatomickými a zároveň i histologickými poměry v dutině nosní. Na počátku se naváže alergen na molekuly specifického imunoglobulinu E, zakotveného v membráně žírné buňky v sliznici nosu alergika přecitlivělého na tento alergen. Po přemostění nejméně dvou molekul IgE na povrchu efektorové buňky (mastocytu, bazofilu) dojde k její aktivaci a degranulaci. Do okolí buňky se velice rychle uvolňují mediátory časně fáze alergické reakce, ze kterých je nejvýznamnější v nosní sliznici histamin. Ke vzniku alergických potíží však přispívají také

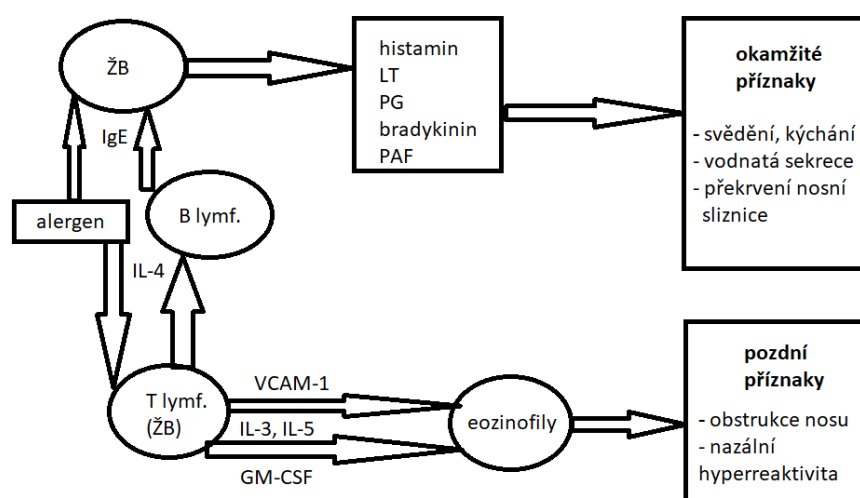
další látky, jako leukotrieny, prostaglandiny a destičky aktivující faktor (PAF) (podle Seberová, 2017).

Časná fáze alergické reakce je okamžitě nastartována, ihned (několik minut) po provokaci. Pro tuto fázi je typické především svědění, salvy kýchání, vodnatá hypersekrece, která je následována mírnou kongescí sliznice nosu. Svědění sliznice a kýchání jsou vyvolávány drážděním zakončení senzorických nervů, hypersekrece reflexně aktivací cholinergních vláken parasymptiku. Kongesci sliznice způsobuje zvýšená permeabilita cév, především zvýšená náplň kapilár a kapacitních cév po podráždění H1 a méně H2 histaminových receptorů. Během časná fáze je secernována také celá řada cytokininů regulujících buněčné interakce, k nimž dále dochází za účasti adhezivních molekul, exprimovaných na povrchu aktivovaných buněk. Děje, které probíhají v časná fázi alergické reakce tak regulačně zasahují do další, neboli pozdní fáze, rozvíjející se v průběhu několika hodin (podle Seberová, 2017).

Pozdní fázi alergické reakce charakterizuje infiltrace sliznice zánětlivými buňkami, které jsou přítomny chemotaxiny aktivně atrahovány z krevního oběhu. Vznikne lokální zánět, na kterém se podílejí především eozinofilní granulocyty. Zánětlivé buňky jsou tak zdrojem sekundárních mediátorů a cytokinů, amplifikujících probíhající proces a vedoucí k přetrvávání reakce a dalším atakám nosních obtíží. Produkty zánětlivých buněk, především eozinofilů, přispívají k destruktivním změnám na povrchu sliznice nosu. Tyto látky současně dráždí zakončení senzorických nervů, jimiž je sliznice nosu bohatě zásobena. Podráždění nervů tak vyvolává antidromní sekreci neuropeptidů, které svým působením probíhající zánět podporují. Kromě složky neurální na nosních obtížích se významně podílí i složka vaskulární – převaha působení parasymptiku vede k dalšímu zvýšení náplně bohaté cévní pleteně v nosní sliznici, která tím nabývá na objemu a tím značně zhoršuje snížení průchodnosti nosu. Histologické změny typické pro zánětlivou reakci lze poukázat u všech polinotiků. Klinicky se pozdní fáze reakce projevuje jen u části z nich, přičemž záleží na délce a frekvenci působení příslušného alergenu. Při vyšší frekvenci setkávání s alergenem nebo jeho trvalé přítomnosti dochází k chronizaci obtíží, pro niž je typické trvalé zduření sliznice nosu a zvýšená reaktivita na nejrůznější specifické – alergeny i nespecifické podněty – dráždivé výpary, kouř, změny teploty. Stav navození zvýšené reaktivity sliznice u alergika

označujeme jako priming efekt, který pozorujeme u polinotiků, kteří jsou současně celoročně senzibilizováni alergenem roztočů a v průběhu roku jej tolerují. V době pylové sezóny, kdy je sliznice „primována“ pylovými alergeny, pozorují najednou vznik alergických obtíží také při výskytu prachu (podle Seberová, 2017).

Alergická reakce na sliznici nosu je graficky znázorněna na obr. 4, níže, kde označení ŽB – žírné buňky, LT – lymfotoxin, PG – prostaglandin, PAF – platelet activating factor:



Obr. 4: Alergická reakce na sliznici nosu

(Upraveno podle Seberová, Alergická rýma, 2017)

Alergická reakce nosní sliznice má mnoho shodných rysů s reakcí v bronších vzniklé při astmatu, ale zároveň je zde několik rozdílů. Sliznice nosní má lepší regenerační schopnosti a větší dynamičnost odezvy na působení škodlivin než sliznice bronchů, pravděpodobně z důvodu její fyziologické homeostatické funkce. Význam histaminu je zde větší, v časně fázi reakce působením na receptorech zodpovídá za vznik všech nosních příznaků. Pozdní zánětlivá fáze nemusí být při časově omezeném působení alergenu klinicky patrná u všech pacientů, přestože je vždy histologicky prokazatelná jako zvýšená typická infiltrace eozinofilními buňkami. Pokud je rozvinuta, pak se projeví sníženou průchodností nosu a nespecifickou zvýšenou reaktivitou sliznice. Hlavním důvodem neprůchodnosti nosní dutiny je zvýšená náplň nosních kapilárních sinů. S tím také souvisí zhoršená odezva nosní

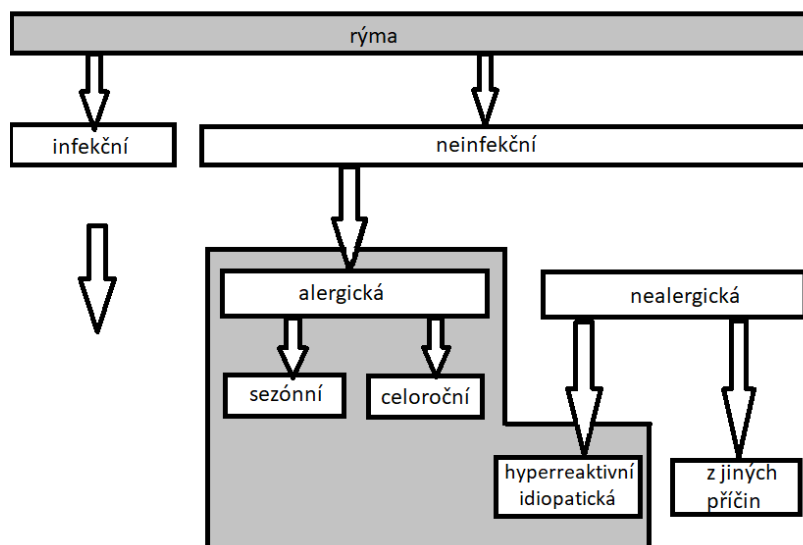
neprůchodnosti na protialergickou a protizánětlivou léčbu a naopak dobrý efekt léků s účinkem snižujícím náplň krevních kapilár. Hladká svalovina v nosní sliznici na rozdíl od průdušek přítomna není. Ztlustění bazální membrány nosní sliznice ani trvalé remodelační změny nejsou u rýmy tak výrazné jako u bronchiálního astmatu (podle Seberová, 2017).

Na počátku alergické reakce v nosu v typickém případě stojí alergen. Degranulace žírné buňky s obdobnými důsledky však může být odstartována i jinými „nealergickými“ mechanismy. Na sliznici nosu může například dojít k přímé histaminoliberaci součástími mikrobiálních těl, podrážděním senzorických nervových zakončení po inhalaci dráždivých látek nebo prudkými změnami teploty. Kromě nespecifického spuštění úvodní fáze bez přítomnosti alergenu a IgE protilátek, probíhá pak celá reakce obdobně, včetně rozvoje eozinofilního zánětu (podle Seberová, 2017).

2.2.4 Alergická rýma a její klasifikace

Alergická rýma je označení pro zánětlivé onemocnění nosní sliznice s typickými příznaky, jako jsou vodnatá hypersekrece, kýchání, svědění nosní sliznice, obstrukce nosu. Alergická rýma, neboli polinóza vzniká v důsledku alergické reakce na sliznici nosu a je popsána a zařazena mezi ostatní typy rýmy na obr. 5. Bývá často uváděna jako typické modelové onemocnění na podkladě alergické reakce I. typu (atopické IgE zprostředkované) (podle Seberová, 2017).

Klasifikace alergické rýmy používaná do roku 2001 vycházela z etiologických faktorů. Alergická rýma se tak dělila do základních 2 skupin: infekční a neinfekční. Skupina neinfekční alergická rýma se dále dělí na typ alergická, která se ještě rozlišuje na sezónní a celoroční. Druhá skupina infekční alergická rýma typ nealergická se dále dělí na hyperreaktivní idiopatickou a na rýmu nealergickou z jiných příčin (podle Seberová, 2017).



Obr. 5: Typy alergické rýmy

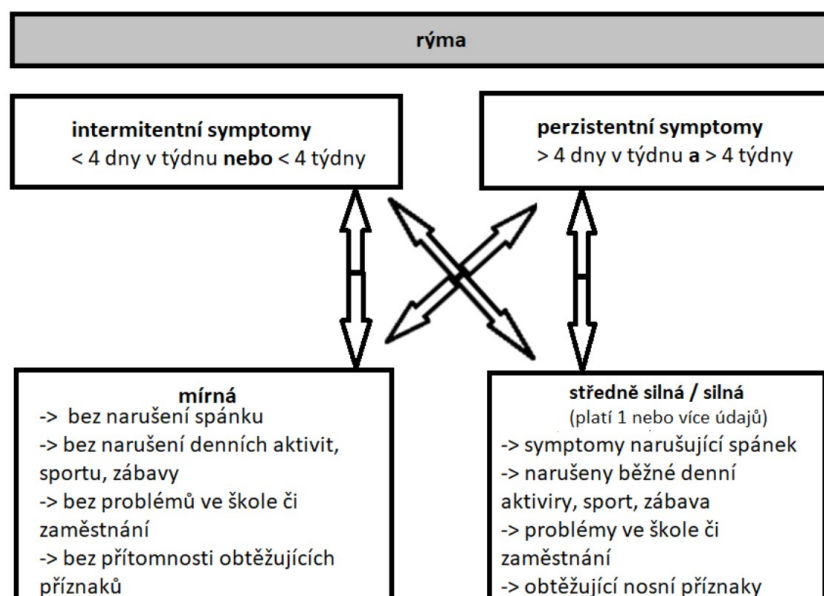
(Upraveno podle Seberová, Alergická rýma, 2017)

V knize doktorky Seberové jsem se dočetla, že je od roku 2001 zaveden nový systém klasifikace alergické rýmy, založený na frekvenci nebo době trvání a intenzitě nosních příznaků a současně i z vlivu rýmy na kvalitu života pacienta.

Podle příznaků u alergiků se rýma dělí na intermitentní a perzistující. Intermitentní rýma je označení pro stav, kdy se nosní příznaky objevují méně než 4 dny v týdnu nebo po celkovou dobu kratší než 4 týdny. Perzistující rýma označuje stav, kdy se příznaky objevují ve více než 4 dnech v týdnu a trvají více jak 4 týdny (podle Seberová, 2017).

Označení mírná či také lehká rýma, která se vyznačuje tím, že nenarušuje spánek, ani běžné denní aktivity (sport, zábavu), nejsou přítomny žádné obtěžující příznaky a nepůsobí problémy ve škole či zaměstnání. Oproti tomu označení středně těžká/těžká rýma u člověka trpícího alergickou rýmou narušuje jeho spánek a omezuje ho při běžných denních aktivitách jako např. při sportu a jiné zábavě. Rýma mu působí problémy ve škole, či zaměstnání a jsou u něho přítomny obtěžující nosní příznaky (podle Seberová, 2017).

Nová klasifikace alergické rýmy podle doporučení ARIA je znázorněna graficky níže, na obr. 6.



Obr. 6: Klasifikace alergické rýmy podle doporučení ARIA

(Upraveno podle Seberová, Alergická rýma, 2017)

Alergická rýma se dělí na dva typy podle obtíží v závislosti na roční době, případně na prostředí.

Sezónní alergická rýma neboli polinóza je označení pro onemocnění způsobené přecitlivělostí na alergeny přítomné v pylových zrnech. Je to nejčastějším projevem inhalační alergie. Tento typ se často nesprávně označuje jako tzv. senná rýma. Pro polinózu je typický sezónní výskyt s příznaky trvajících po celé vegetační období nebo po některou jeho část (většinou od konce února do října, s maximem od začátku května do konce srpna). Pro tento typ alergické rýmy jsou nejvýznamnějšími alergeny jarní dřeviny, trávy a plevelné rostliny. Sezónní alergické projevy mohou způsobovat obdobně jako rostliny také spory venkovních plísní (*Alternaria*, *Cladosporium*), jejichž počet ve vzduchu vrcholí v letních a podzimních měsících. Průběh onemocnění závisí na množství pylových zrn v ovzduší a na intenzitě senzibilizace. K vyvolání alergické reakce stačí 5-50 pylových zrn na 1m³ vzduchu. Množství pylu vyskytujících se ve vzduchu v období pylové sezóny často tuto hranici převyšuje. Obtíže politiků jsou tak vázány přímo na období výskytu jednotlivých alergenů a mimo toto vegetační období jsou pak zcela bez příznaků. Příznakem tohoto typu alergické

rýmy je rinokonjunktivitida, projevující se svěděním nosu, kýcháním, vodnatou rýmou a případně zhoršením čichu. Pro alergii na pyly je velice typickým příznakem také svědění očí, slzení či otok očních víček. Sezónní rýma je také často doprovázena ještě dráždivým kašlem, v ojedinělých případech dokonce s astmatickými projevy. U některých pacientů trpících polinózou se také objevuje alergický projev kůže, tedy výsev plošného exantému nebo kopřivkové pupeny, případně vzniká až Quinckeho edém. U řady polinotiků dochází během pylové sezóny k celkovému snížení jejich výkonnosti, zvýšení únavy a poruchám soustředění, případně až vznik subfebrilie. U některých polinotiků jsou známy tzv. pseudorevmatické příznaky, jako např. bolest kloubů, svalů či kostí, popřípadě i gastrointestinální obtíže. Potíže se u některých polinotiků objevují denně po celou dobu sezóny a to bez ohledu na místo pobytu, u jiných se vyskytují obtíže pouze při pobytu v přírodě. Intenzita příznaků je ovlivňována počasím. Běžnější je rychlý nástup inhalačních obtíží, bezprostředně po vdechnutí pylových zrn, vyskytovat se však může i pozdnější nástup potíží s latencí až několik hodin, nazývána pozdní kongescí nosní sliznice či astmatické projevy v noci. Zastoupení jednotlivých symptomů je individuálně velice odlišné. Rinokonjunktivitida patří mezi nejčastější, polinóza bez postižení očí či nosu bývá výjimkou, kdy v pylové sezóně má polinotik opakovaný dráždivý kašel, dechové obtíže či recidivující faryngitidy či sinusitidy (podle Seberová, 2017).

Zvláštní jednotkou úzce svázanou s polinózou je tzv. orální alergický syndrom (OAS), který se přímo neváže na konkrétní pylovou sezónu, ale objevuje se celoročně. Je pro něj však typické, že se u pacientů trpících OAS syndromem v pylové sezóně mnohonásobně zvyšuje reakce na určité potraviny. OAS je tak způsoben primárně senzibilizací pylovými alergeny. Specifické IgE protilátky proti pylům jsou tak schopny zkříženě reagovat s některými alergeny přítomnými v ovoci a zelenině (nejčastěji profiliny a lipid-transfer-proteiny). Protože jsou však potravinové alergeny termolabilní, dochází k reakci na sliznici úst po požití dané potraviny pouze v syrovém stavu. Obtíže se projevují ihned po požití příslušného alergenu prostřednictvím podráždění ústní sliznice svěděním, otokem rtů, otokem patra či ústní části hltanu, aftózním zánětem dutiny ústní, případným škrábáním v krku až sevřením hrdla. Tato reakce bývá většinou pomíjivá a nemívá závažný průběh. Vyskytuje se asi u jedné třetiny polinotiků, především u těch, kteří trpí alergií na pyly stromů. Nejčastějšími spouštěči bývají lískové ořechy, malvice, peckovice, kořenová zelenina, kiwi

či syrové brambory. Obdobné potíže mohou vznikat po müsli, obilninách či po požití různých druhů semen. U polinotiků se vyskytuje tzv. syndrom čínské kuchyně, pojem označující alergické projevy vzniklé po požití glutamátů (podle Seberová, 2017).

Celoroční alergická rýma je přecitlivění na celoročně se vyskytující alergen, nejčastěji alergen vnitřního prostředí, jejichž zdrojem jsou domácí zvířata, roztoči, či plísňe). Celoroční obtíže jsou často také způsobovány tzv. alergeny pracovního prostředí, mezi které patří např. mouka, výměšky laboratorních zvířat, latex, či prach z kožešin. I přesto, že je mechanismus vzniku celoroční alergické rýmy hodně obdobný mechanismu sezónní rýmy, mívá onemocnění dosti odlišný průběh, způsobený rozdílnou antigenní stimulací – u sezónní alergie vznikají obtíže na základě nárazového vystavení velkému množství alergenu, zatímco u celoroční alergie je alergik vystaven působení alergenu malému množství, opakovaně či trvale. Při intermitentním setkání s alergenem se objevují rychle odeznívající příznaky jako kýchání či vodnatá sekrece. Častější styk s alergenem vyvolává trvalejší záněty na nosní sliznici. Většinou převažujícími příznaky jsou kongesce sliznice s neprůchodností nosu, zřídka se objevuje svědění a jen ve výjimečných případech dochází k poškození očí. Při delším trvání onemocnění mohou nosní obtíže ztrácet bezprostřední vazbu na kontakt s příslušným alergenem a onemocnění tak může mít charakter spíše trvalého chronického zánětu s výraznou nespecifickou hyperreaktivitou sliznice. V případě intenzivního kontaktu s alergenem pak dochází k prudké atace nasedající na trvalé chronické obtíže. Celoroční alergická rýma často vyvolává u pacientů bronchiální astma, způsobené alergeny s nízkou molekulovou hmotností a vlastní enzymatickou aktivitou (podle Seberová, 2017).

U mnohých alergiků se vyskytují oba typy alergické rýmy, jak rýma sezónní, tak celoroční, která se výrazně v závislosti na pylové sezóně zhoršuje. Tento jev je nazýván mnohočetnou senzibilizací. U alergiků se také objevuje tzv. priming efekt, označení situace, kdy alergik mimo pylovou sezónu nepylové alergen dokáže tolerovat, ale v pylové sezóně mu způsobují obtíže (podle Seberová, 2017).

Velmi blízká a podobná svým průběhem rýmě alergické je tzv. nealergická rýma s eozinofilním syndromem, neboli NARES – non allergic rhinitis with eosinophilia

syndromu, avšak u pacientů neukazuje kromě eozinofilie žádné jiné známky alergického onemocnění (podle Seberová, 2017).

Častá je také chronická rýma hyperreaktivního typu, označována jako idiopatická hyperreaktivita, u které nejsou známy ani známky alergie, ani nosní eozinofilie, avšak pacienti jsou velice citliví na změny teploty a vlhkosti ovzduší, inhalaci dráždivých látek či silných pachů. Obtíže mohou vyvolat také silné emoce. Dříve byl označován tento typ rýmy názvem vazomotorická rýma. Na hyperreaktivitě nosní sliznice se podílí značně nervová a vaskulární složka, avšak je dokázána i přítomnost zánětu (podle Seberová, 2017).

2.2.5 Diagnostika

K první diagnostice pylové alergie dochází často již v ordinaci praktického lékaře, který dále pacientovi doporučuje návštěvu odborníka – alergologa případně otorinolaryngologa. U odborníků na alergie se pak můžeme setkat s kožním testem pomocí alergenů, laboratorním vyšetřením z krve popř. stěrem z nosní sliznice a dalšími speciálními lékařskými metodami, mezi které patří např. spirometrické vyšetření či bronchomotorické testy.

Kožní test alergenem je lékařská metoda založena na předpokladu, že u senzibilizovaného jedince jsou specifické IgE protilátky vázány na efektorové buňky nejen ve sliznicích, ale také v kůži a po aplikaci alergenu tak vzniká, popřípadě nevzniká příslušná odezva v podobě edému či erytému. K důkazu přecitlivělosti časného typu (mediované imunoglobulinem E) se nejčastěji využívají vbodové (prick) testy. Kožní testy intradermální, spojené s větším rizikem a tím i nebezpečím vzniku tzv. falešně pozitivní reakce se provádějí jen výjimečně. Testy prostřednictvím alergenu se vyhodnocují, tzv. odečítají po 15 minutách a jejich výsledky se porovnávají s negativní a pozitivní kontrolou. Jako pozitivní se hodnotí velikost vzniklého pupenu o průměru 3 a více milimetrů (podle Seberová, 2017).

Základní řada diagnostických kožních testů obsahuje pylové alergeny – břízovité druhy rostlin, trávy a obilí, pelyněk, ambrózii, dále alergeny roztočů, nejvýznamnější alergeny zvířecích alergenů - pes, kočka, vzdušné plísně – *Alternaria*, *Cladosporium* a vždy také pozitivní a negativní kontrolu. Vyšetření pomocí kožních testů je pro pacienta nezatěžující,

málo nákladné a při správném provedení má vysokou výpovědní hodnotu. Donedávna byla alergologům k dispozici široká škála testovacích alergenů, ty jsou však v poslední době ze stran výrobců silně omezeny, proto pokud je na základě anamnézy podezření na přecitlivělost jiného než základního alergenu, je nutno kožní testy nahradit průkazem specifických IgE protilátek. Toto vyšetření je však mnohem nákladnější, jeho indikace by měla patřit pouze do rukou specialisty a je indikováno v případech, kdy není možno provést kožní testy (kožní choroby – změněná reaktivita kůže, ekzémy, pokud není možné vysadit medikaci zkreslující kožní reakci, u pacientů s kardiopulmonální dekompenzací či s vysokým rizikem anafylaxe při kožním testování). K laboratornímu vyšetření se specialista uchyluje také v případě, dojde-li k jasné diskrepanci mezi anamnézou a výsledkem provedených kožních testů. Výsledkem je tzv. komponentová diagnostika, zaměřená na průkaz specifických IgE protilátek nejen proti směsi alergenů z určitého zdroje (např. pylového zrna či roztoče), ale na průkaz a kvantifikaci IgE protilátek proti jednotlivým alergenním molekulám pocházejícím z tohoto zdroje. U každého alergenního nosiče můžeme pomocí komponentové diagnostiky identifikovat obvykle více (někdy až několik desítek) alergenních molekul, které mají pro rozvoj onemocnění různý význam. Vyšetření IgE protilátek proti jednotlivým komponentám tak umožňuje blíže specifikovat přecitlivělost na významné hlavní (nebo klinicky nebezpečné) alergenní molekuly a odlišit je od zkřížené reakce na alergenní komponenty méně významné nebo strukturálně příbuzné. Komponentová diagnostika tak specialistům pomáhá s vytvářením přesného léčebného plánu, především v indikaci specifické alergenové imunoterapie (podle Seberová, 2017).

Jako další možnost monitorování alergického zánětu nosní sliznice lze využít stanovení eozinofilního kationického proteinu (ECP) v séru, který během alergické reakce v těle stoupá, ale k vysoké nákladovosti tohoto vyšetření je většinou ponecháno až pro diagnostiku u pacientů s astmatem. Mezi další známá vyšetření u pacientů s alergickou rýmou patří test formou provokace alergenem a vyšetření rinomanometrické. Tato vyšetření jsou důležitá především při identifikaci alergenu při posuzování profesionality onemocnění nebo pro precizní hodnocení výsledku terapie. Tyto metody jsou vázány na specializovaná pracoviště a nepoužívají se rutinně (podle Seberová, 2017).

2.2.6 Farmakoterapie a lékové skupiny

Léčba alergika nezahrnuje pouze odstranění akutních obtíží, ale vyžaduje dlouhodobou komplexní péči. Alergická rýma nelze vyléčit, jde však pomocí správně naordinovaných léků potlačit alergický zánět na nosní sliznici a tím zmírnit či úplně odstranit nosní příznaky. Ke zlepšení léčby přispívá i tzv. podpůrná léčba jako je inhalace či výplachy nosu solnými roztoky. U pacientů s lehčí formou onemocnění se podávají léky intermitentně nebo přerušovaně v různě dlouhých časových intervalech, u alergiků s chronickou rýmou vyšší intenzity se podávají léky dlouhodobě (podle Seberová, 2017).

Pro obě skupiny existují léky s různým mechanismem působení a podávají se většinou ve formě perorální, nazální či v topické oční. Působení jednotlivých skupin léků na různé druhy alergických příznaků je popsáno formou tabulky 1, nacházející se za kapitolami o lékových skupinách.

2.2.6.1 Antihistaminika

Antagonisté H1 receptorů pro histamin, velká skupina léků, která je pro alergiky předepisována nejčastěji, odstraňují svědění sliznice, záchvatovité kýchání, vodnatou hypersekreci. Tato skupina prošla od svého zavedení ve 40. letech minulého století obrovským vývojem. Hlavním mechanismem působení antihistaminik je reverzibilní blokáda receptorů pro histamin, bránící vazbě tohoto mediátoru a následnému rozvoji jeho tkáňových účinků v místě probíhající reakce. Antihistaminika jsou podávána nejčastěji v podobě perorální v tabletách, u dětí formou roztoku. Časté jsou i topické formy (oční, kožní, nosní). Injekční forma je podávána v případě akutních alergických stavů (podle Seberová, 2017).

Antihistaminika se dělí na 3 skupiny - H1 – antihistaminika I. generace, H1 – antihistaminika II. Generace a topická antihistaminika.

2.2.6.1.1 H1 – antihistaminika I. generace

Jsou účinnými inhibitory histaminu, avšak z vazby na H1 receptor poměrně rychle disociují a k dosažení dostatečného terapeutického efektu je proto nutné jejich podávání v několika denních dávkách. Jejich nevýhodou jsou jejich nežádoucí účinky, které vyplývají z neselektivního ovlivnění dalších typů receptorů. Mezi hlavní nežádoucí účinky patří

hypnosedativita, která se u některých pacientů při delším podávání může projevit jako určitá tolerance na sedativní působení. U alergiků trpících alergickou rýmou se tento typ již nedoporučuje, pokud není žádoucí pacienta tlumit (podle Seberová, 2017).

2.2.6.1.2 H1 – antihistaminika II. generace

Skupina, která má nesedativní účinky, či snížené sedativní účinky. V porovnání se skupinou I. generace mají výhodnější vlastnosti – vyšší selektivitu k H1 receptorům a delší vazbu na ně, a zároveň minimální působení na CNS vzhledem k omezenému průniku přes hematoencefalickou bariéru, dále mají rychlý a dlouhotrvající nástup účinku, současně s minimem účinků nežádoucích. Kromě antihistaminového efektu mají antihistaminika II. generace in vitro širší antialergický efekt na různých úrovních časně i pozdní fáze alergické reakce. Ještě však není zcela jasné, do jaké míry se tento účinek uplatňuje in vivo v doporučených terapeutických dávkách. V případě užívání některých antihistaminik II. generace, pokud dávky převyšují doporučené dávky terapeutické, může dojít ke vzniku maligní tachyarritmie, což může být velmi nebezpečné u lidí s poruchou funkce jater, hypokalemií, hypokalcemií či u lidí užívajících některé léky metabolizované v játrech (např. erythromycin, flukonazol). Ke stejnému problému by došlo i v případě užívání léků při mnohonásobném převýšení doporučené dávky a zároveň s popíjením grapefruitového džusu. Kardiotoxicita však nepatří mezi obecnou vlastnost antihistaminik II. generace, byla zjištěna při užívání vysokých dávek některých léků, konkrétně u astemizolu či terfenadinu. Oba léky byly z tohoto důvodu staženy z prodeje a pacientům se již nepředepisuje. Antihistaminika I. generace jsou tak při léčbě alergické rýmy nahrazeny nesedativními antihistaminiky. Lze je užívat intermitentně k rychlému a dlouhodobému odstranění příznaků, nebo se užívají po celou dobu alergenové expozice. Jejich antialergický a imunomodulační efekt je umožněn díky dosažení vyšší koncentrace účinné látky v místě alergické reakce a není závislý na H1 receptoru. V časně fázi alergické reakce dokáží antihistaminika II. generace ztlumit syntézu a produkci některých mediátorů alergické reakce cytokinů i expresi adhezivních molekul. V pozdní fázi, která je také označována jako zánětlivá, tyto antihistaminika brání aktivaci a migraci zánětlivých buněk a tím brání zároveň rozvoji eozinofilního zánětu (podle Seberová, 2017).

2.2.6.1.3 Topická antihistaminika

Léková skupina topických antihistaminik se využívá od počátku 90. let jako roztok, který se aplikuje přímo na sliznici nosu nebo do spojivkového vaku. Výhodou této skupiny je vysoká koncentrace účinné látky přímo v místě kde probíhá alergická reakce. K nástupu účinku tak dochází velice rychle, několik minut po aplikaci. Tyto léky se mohou podávat k odstranění akutních obtíží, nebo se většinou kombinují spolu s dalšími léky (podle Seberová, 2017).

2.2.6.2 Kortikoidy

Kortikoidy se dělí na 2 skupiny – topické nosní steroidy a systémové steroidy.

2.2.6.2.1 Topické nosní steroidy

Topické nosní kortikosteroidy (INS) představují druhou nejčastěji užívanou skupinu léků v léčbě alergické rýmy. Využívá se zde tlumící účinek topicky podávaných steroidů na alergický zánět sliznice cest dýchacích podobně jako v případě u bronchiálního astmatu.

Kortikosteroidy jsou obecně nejúčinnější z aktuálně používaných protizánětlivých léků. Působí přímo v jádru buněk, kde ovlivňují tvorbu mediátorů, podílejících se na zánětlivých procesech. Spektrum využití kortikosteroidů a jejich silného protizánětlivého efektu je velmi široké, avšak vzniká zde velké množství vedlejších účinků. Mezi nejznámější patří např. poruchy vodního a iontového hospodářství v organismu, obezita, diabetes, katarakta, glaukom, osteoporóza, poruchy krvetvorby, atrofizace či zvýšená zranitelnost kůže. U dětí mohou vést tyto látky k poruchám růstu. Hlavní riziko exogenního přívodu vysokých dávek steroidů je potlačení vlastní tvorby hormonů v kůře nadledvin, které pak může mít při náhlém ukončení léčby až fatální následky. Systémová léčba je tak indikována až v nejnutnějších případech a je přísně sledována lékaři. Při dlouhodobém podávání těchto léků je snaha dávky pacientům co nejmenší a s postupným snižováním, což umožňuje obnovení vlastní produkci hormonu. Léky podávané přímo na sliznici dýchacích cest se pevně navazují na místo probíhajícího onemocnění. Malé množství léku, které se dostane do těla pacienta, převážně je spolknuto, je játry metabolizováno na hormonálně neaktivní metabolit, proto topické nosní a inhalační steroidy nemají v doporučených dávkách obávané systémové nežádoucí účinky. Hlavní léčebný efekt steroidů na sliznici dýchacích cest spočívá v potlačení zánětu se snížením buněčné infiltrace tkáně a zároveň poklesem

produkce sekundárních zánětlivých mediátorů a cytokinů. Při včasné nasazení a dlouhodobém užívání bylo zjištěno, že snižují hyperreaktivitu dýchacích cest a jako jediné z léků na alergickou rýmu brání rozvoji přestavbových změn v postižené tkáni, což se týká především průdušek u astmatu. U pacientů užívajících tyto léky je výsledkem odstranění nosní obturace, svědění sliznice, kýchání i hypersekrece. Dále je znám i ústup očních příznaků. Ústup projevů alergické konjunktivitidy po podání topického nazálního kortikoid tak není důsledek systémového působení léku, ale důsledkem potlačení nazookulárního reflexu vznikajícího po vyplavení zánětlivých mediátorů na sliznici nosu. Nástup léčebného účinku INS je pomalý, k úplnému efektu dochází většinou po týdnu až deseti dnech pravidelného užívání, tedy je důležité vědět, že u tohoto typu léku nedochází k úlevovému efektu bezprostředně, čímž jsou občas mylně považovány jako méně účinné než např. nazální antihistaminika (podle Seberová, 2017).

2.2.6.2.2 Systémové steroidy

Léková skupina používaná v terapii alergické rýmy spíše výjimečně a to u zcela rezistentních forem onemocnění. Pokud k léčbě těmito léky dochází, je preferováno velice krátké perorální podání s možností regulace dávek podle odezvy. Další formou často používanou mnohými lékaři dříve, je semidepotní forma kortikosteroidů, jsou zcela neaktuální stejně jako injekční forma přímo do sliznice nosu (podle Seberová, 2017).

2.2.6.3 Kromony

Podobné svými profylaktickými účinky a kvalitou topickým steroidům, ale s výrazně slabšími účinky mají i intranazálně podávané kromony (v ČR je užíván kromoglykát sodný). Hlavním mechanismem účinku je především stabilizace membrány žírných buněk. Do procesu alergické reakce na nosní sliznici zasahují především na počátku reakce. Největší předností této lékové skupiny je jejich bezpečnost a absence jakýchkoli nežádoucích účinků a to i při dlouhodobém užívání. Nevýhodou je slabší efekt, pomalý nástup až několik týdnů a častější podávání a to minimálně ve čtyřech denních dávkách a s tím spojenou dobrou spoluprací pacientů. Léčba by se měla optimálně zahájit několik týdnů před vznikem pravidelných obtíží popřípadě ihned po zpozorování prvních potíží. Nosní kromony byly dříve velice oblíbenou formou léčby, ale po nástupu kvalitních topických steroidů se jejich

využití hodně omezilo. V současnosti se využívají stále při léčbě u dětí či těhotných žen především v prvním trimestru gravidity. Na stejném mechanismu je založeno i působení očních forem topických kromonů, které jsou velice využívány především u dětí, ale i u dospělých (podle Seberová, 2017).

2.2.6.4 Antileukotrieny

Leukotrieny jsou významným mediátorem alergické reakce v horních i dolních dýchacích cestách. Antileukotrieny zasahují do látkové přeměny leukotrienů, nebo obsazují místo jejich působení. Zároveň u antileukotrienů byl zjištěn široký antialergický efekt a to jak při časně alergické fázi, tak i v pozdní alergické reakci. Tyto látky ovlivňují především kontrakci hladké svaloviny v bronších, snižují prokrvení nosní sliznice, dále sekreci hlenu a v neposlední řadě aktivaci zánětlivých buněk celých dýchacích cest. Důležité u těchto látek je skutečnost, že postihují mechanismy, které nejsou ovlivněny antihistaminiky ani topickými steroidy, z čehož vyplývá, že jsou vhodným lékem v kombinaci s oběma dvěma jmenovanými skupinami léků. Antileukotrieny se nejčastěji využívají při diagnostice průduškového astmatu, mají příznivé účinky i na současně probíhající alergickou rýmu. Výhodou bývá perorální podání, tak dokáže ovlivnit alergickou reakci na systémové úrovni a zároveň léčí i projevy onemocnění na více orgánech – horní a dolní cesty dýchací, kůže, zažívací systém. V ČR se používá pouze montelukast, který je oblíbený především jako lék pro dětské pacienty především z důvodů výborné snášenlivosti a bezpečnosti léčby (podle Seberová, 2017).

2.2.6.5 Dekongestiva

Léky s dekongesčním účinkem podávané lokálně (deriváty imidazolu) či perorálně (efedrin, pseudoefedrin), působí čistě symptomaticky – stimulací alfa-adrenergických receptorů zvyšují tonus cév ve sliznici. Odstraňují izolovaně kongesci nosní sliznice bez ovlivnění dalších příznaků rýmy. Topické formy jsou u pacientů oblíbeny pro okamžitou úlevu od jinak rezistentní neprůchodnosti nosu způsobené dilatací a zvýšenou náplní cév. Tato okamžitá úleva je však vystřídána další fází, při které dojde k rapidnímu zhoršení a

pacient většinou opakuje aplikaci léku, s čímž je spojeno nebezpečí snížení citlivosti alfa receptorů na adrenergní podněty. Vznikne tzv. rhinitis medicamentosa, která je pak léčebně prakticky neovlivnitelná. Aby se zamezilo výše popsaným problémům, doporučuje se časově omezené užívání léků při soustavné aplikaci na nosní sliznici maximálně na jeden týden. Z bezpečnostních důvodů je tedy spíše doporučována perorální forma s kombinací některých antihistaminik. V případě léčby alfa-adrenergiky je u citlivých jedinců možný vznik nežádoucích účinků, jako neklid, nespavost, nervozita či snížená chuť k jídlu. Tento typ léků by neměli užívat také pacienti se zvýšenou hypertenzí, hypertyreózou, srdeční ischemií (podle Seberová, 2017).

2.2.6.6 Anticholinergika

Anticholinergika jsou inhibitory muskarinových cholinergních receptorů. Jsou to látky, které dokáží snižovat profuzní vodnatou sekreci a jejich působení je čistě symptomatické, a to pouze na jediný příznak rýmy. Do alergického procesu jinak vůbec nezasahují. Snášenlivost s ostatními léky je dobrá, výjimečným nežádoucím účinkem je pocit suchosti nosní sliznice. V nazální formě jsou předepisovány, pokud u alergika převažuje výrazná vodní sekrece bez dalších příznaků. Na našem trhu však tyto léky nejsou momentálně k dispozici (podle Seberová, 2017).

2.2.6.7 Výplachy nosní dutiny solnými roztoky

Jde o tzv. podpůrnou terapii u pacientů s chronickou alergickou rýmou. Základem solných roztoků určených k výplachu nosní dutiny je roztok solí mořská sůl, Vincentka a další, obohacenými o další prvky (např. mangan, zinek) a další látky. Pravidelnými výplachy se tak zlepšuje hygiena nosní dutiny, podporuje se regenerace řasinkového epitelu a v případě použití hypertonického roztoku, může se dosáhnout i mírného oplasknutí sliznice nosu. Ačkoli je tato forma léčby často podceňována, u pacientů s nejlehčí formou rýmy postačí, pokud je správně technicky provedena (podle Seberová, 2017).

Preparát	Kýchání	Sekrece	Obstrukce nosu	Svědění nosu	Oční příznaky
H1 - antihistaminika					
• perorální	++	++	+	+++	++
• nazální	++	++	+	++	0
• topická oční	0	0	0	0	+++
Kortikosteroidy nazální	+++	+++	+++	++	++
<u>Kromony</u>					
• nazální	+	+	+	+	0
• topická oční	0	0	0	0	++
<u>Dekongestiva</u>					
• nazální	0	0	++++	0	0
• perorální	0	0	+++	0	0
<u>Anticholinergika</u>	0	++	0	0	0
<u>Antileukotrieny</u>	0	+	++	0	++

Obr. 7: Přehledová tabulka působení jednotlivých skupin léků na různé druhy alergických příznaků
(Upraveno dle Seberová, 2017)

3 Stavba květu rostliny jako zdroje alergenu

3.1 Anatomie květních částí

Květ, (*flos*) je charakteristickým znakem všech krytosemenných rostlin, který představuje specializovaný prýt omezeného růstu nesoucí různým způsobem přeměněné listy, které se účastní buď přímo, či nepřímo pohlavního rozmnožování. Základní model květu u krytosemenných rostlin je jednotný. Jeho stavba, velikost a barva se vyznačuje obrovskou variabilitou. Květ se typicky skládá z květní stopky, květního lůžka, květních obalů a vlastních reprodukčních orgánů - tyčinek a pestíků (podle Dostál, 2008)

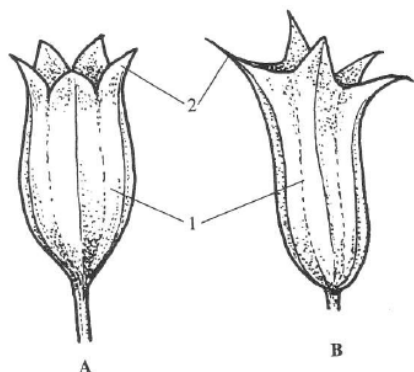
Květy se z ontogenetického hlediska zakládají v podobě květních primordií z periferních apikálních meristémů stonku. Nejdříve se zakládají květní obaly, pak tyčinky a nakonec pestík. V heterochlamydeických květech vznikají nejprve základy kalichu a teprve později základy koruny. U acyklických květů se květní orgány zakládají postupně, u cyklických květů vznikají květní části jednotlivých kruhů současně. Zakládání květních orgánů je vysoce koordinovaný proces ovlivňovaný mnoha vnějšími (např. délka dne) a vnitřními faktory (fytohormony). Citlivé regulační mechanismy zajišťují časovou posloupnost a přesné prostorové uspořádání jednotlivých květních částí. Pohlavnost květu – vývin tyčinek a pestíků je ovlivňováno auxiny a cytokininy (podle Vinter, 2009).

Květní lůžko (*torus*) vzniká rozšířením růstového vrcholu stonku, z něho vyrůstají jednotlivé květní části. Bývá nejčastěji ploché, méně časté je vyklenuté – kónické, které je fylogeneticky nejpůvodnější, nebo miskovitě prohloubené. U dubu a buku vytváří prohloubené květní lůžko společně se srostlými listenci pod samčím květem číšku (*cupulu*) v níž sedí žalud (nažka). U jabloní či růží se prohloubené květní lůžko (češule, *receptaculum*, *hypanthium*) podílí na stavbě malvice či šípku. Někdy bývá rozlišováno *receptaculum* a *hypanthium* tak, že na stavbě *receptacula* se podílí pouze květní lůžko, zatímco na stavbě *hypanthia* se podílí květní lůžko a spodní část květních obalů tyčinek. Takto vzniklý útvar pohárkovitého tvaru obaluje buď z části nebo úplně plod či plody. *Receptaculum* někdy přirůstá ke stěnám semeníku, jako např. u malvice. U růží je souplodí nažek vzniklých z *apokarpického gynecea* ukryto v šípku, který představuje typické *hypanthium*. Květní

lůžko může být duté například u heřmánku, protažený (*androgynofor*) u mučenek nesoucí tyčinky a pestík oddálený od květních obalů. Na květním lůžku mohou vznikat hrbolkovitá nektária, typická např. pro čeled' brukvovitých rostlin. Právě v květním lůžku se vytváří základy vaskularizace květních částí. Cévní svazky vstupující do jednotlivých částí květu (květní stopy) spolu s mezerami po květních stopách (*lakuny*) vytvářejí v květním lůžku jemnou síť, nejčastěji typu *ataktostélé*. Do kališních, korunních a okvětních lístků vstupuje zpravidla jen jeden základní cévní svazek, který se v lístcích větví. U původních čeledí se ještě zachovaly tři i více svazků (především u kalicha). V korunních a okvětních lístcích jsou svazky většinou neúplné. Venace květních lístků může být otevřená či uzavřená. Tyčinky mívají jeden cévní svazek v nitce, většinou hadrocentrický. Pouze u některých původních skupin (šácholánotvaré) mohou mít ještě svazky tři. Plodolisty mají zpravidla členitější síť cévních svazků. Stopy vstupující ze stéle květního lůžka do plodolistu vytvářejí dorzální a ventrální žilky. Do vajíčka vstupuje zpravidla jen jeden svazek cévní, v místě placenty, který prochází poutkem vajíčka a do vajíčka vstupuje v chalazální oblasti, kde se v *nucellu* větví. Většinou nevstupují do integumentů vajíčka (podle Vinter, 2009).

Květní obaly (*periant*) mají za úkol především chránit tyčinky a pestíky květu, svou barevností lákají opylovače *entomogamických* rostlin a po oplození se mohou částečně podílet na stavbě plodu či částečně přispívají k rozšiřování plodů – kalich přeměněný v chmýr u pampelišek. Obaly mohou být rozlišeny na kalich a korunu – květy *heterochlamydeické*, mohou utvářet okvěti – květy *homochlamydeické*, či mohou chybět – květy *achlamydeické* (podle Vinter, 2009).

Kalich (*calyx*), schématický obr. 8 se vyvinul z listenů. Anatomická stavba kališních lístků je podobná stavbě asimilačního listu, mezofyl je nerozlišený, méně často rozlišený na palisádový a houbový parenchym, v epidermis jsou *stomata* a časté jsou různé typy *trichomů* (podle Vinter, 2009).



Obr. 8: Kalich

(Upraveno dle Vinter, 2009)

A – synsepalní kalich aktinomorfní, B – synsepalní kalich zygomorfní; 1 – kališní trubka, 2 – kališní cípy

Koruna (*corolla*) může mít dvojí původ. U vývojově původnějších skupin, příkladem může být pivoňka, bývají korunní lístky odvozeny z vnitřních listenů (vnější listeny vytváří kalich). U těchto rostlin bývají většinou korunní lístky stejně jako kališní třístopové. U jiných skupin se koruna pravděpodobně vyvinula zesterilnění (*petalizací*) vnějších tyčinek mnohočetného *andrecea*. Tyto korunní lístky bývají jednostopové a jsou častější než korunní lístky listenového původu. Vyskytují se u většiny vývojově pokročilejších krytosemenných rostlin, ale také u relativně původnějších, jako např. pryskyřníkovitých. Anatomická stavba korunních lístků je jednoduchá. *Antiklinální* buněčné stěny epidermálních buněk jsou často vlnité, nerovnoměrně ztloustlé, buněčné stěny mohou vytvářet výběžky do nitra buněk. Mezi buňkami *epidermis* bývají drobné *interceluláry*. Vnější stěny epidermálních buněk mohou vytvářet papily dodávající květům sametový vzhled typický pro gloxinie či macešky. *Stomata* bývají vyvinuta nedokonale. *Mezofyl* sestává pouze z několika vrstev parenchymatických buněk. Koruna bývá zbarvena barvivy rozpuštěnými v buněčné šťávě, např. žluté flavonové glykosidy v korunních lístcích prvosenek, či červené až modrofialové anthokyany. *Anthokyany* mění barvu dle reakce buněčné šťávy (kyselá, alkalická) od červené přes fialovou k modré, např. květy plicníku či hrachoru jarního. Zbarvení některých květů způsobují chromoplasty obsahující karotenoidy (červené karoteny a jejich kyslíkaté deriváty – žluté *xantofyly*). Chromoplasty způsobují žluté zbarvení např. u blatouchu nebo pryskyřníku. Okvětí (*perigon*) tvoří okvětní lístky s anatomickou stavbou totožnou s lístky

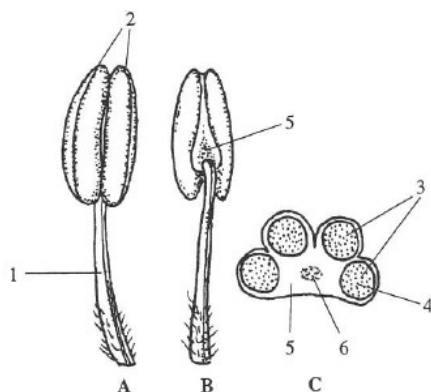
korunními (podle Vinter, 2009).

Tyčinky (*mikrosporofyl, stamen*) je samčí pohlavní orgán, zobrazena na obr. 9. Soubor tyčinek v jednom květu vytváří andreceum. U nejstarších krytosemenných rostlin měly tyčinky pravděpodobně podobu třístopových listů, na jejichž spodní či svrchní straně byly dva páry výtrusnic. Listový charakter tyčinky se dodnes zachoval u některých rostlin z fylogeneticky původních skupin krytosemenných, např. *Degeneria*. Také některé druhy rodu *Magnolia* mají ještě široké tyčinky nerozlišené na nitku a prašník, s třemi listovými stopami a dvěma laterálními prašnými váčky, každý tvořen dvojicí prašných pouzder. Během dalšího vývoje se postupně redukovala jalová část tyčinky, postranní listové stopy vymizely, nebo splynuly s prostřední listovou stopou a vznikla úzká čárkovitá nitka. Spojením dvou prašných váčků vznikl postupně jeden čtyřpouzdrý prašník, který se dostává na vrchol tyčinky, neboť její sterilní vrcholová část se redukuje, obr. 10. Vzácně se vyskytují tyčinky, které mají prašník tvořen pouze dvěma prašnými pouzdry – některé rostliny z čeledi hluchavkovitých či okřehkovitých (podle Slavíková, 2002).

Ve vývojově původních květech je mnoho tyčinek (primární *polyandrie*), uspořádaných ve šroubovici. Během vývoje docházelo ke snižování počtu tyčinek (*oligomerizace*) a k přechodu na cyklické uspořádání. Tyčinky zpravidla tvoří nitka, konektiv a prašník. Nitka (*filamentum*) je nejčastěji tenká, u některých rostlin lupenitě rozšířená (př. leknín). Na povrchu mohou být *trichomy*. Cévní svazek procházející nitkou je většinou hadrocentrický (*protostélé*). Spojidlo (*konektiv*) je sterilní parenchymatické pletivo spojující prašné váčky. Prašník (*anthera*) se skládá ze dvou prašných váčků (*theca*), ze kterých má každý dvě prašná pouzdra (*loculamentum*). Prašné pouzdro je homologické mikrosporangiu. Povrch prašníku pokrývá *epidermis* nazývaná jako *exothecium*. Pod *exotheciem* se nachází *endothecium*, které je tvořeno vrstvou silnostěnných, radiálně protažených buněk. V době zralosti prašníku se vysychající odumírající buňky *endothecia* zkracují a dochází tak k praskání prašných pouzder, k takzvané *dehiscenci*. Pod *endotheciem* je jedna až několik vrstev drobných buněk, často jen přechodného trvání. Výstelku prašných pouzder tvoří *tapetum*. Buňky *tapeta* jsou bohaté na *cytoplazmu*, často s polyploidními jádry, mají značně vyvinuté endoplazmatické retikulum a obsahují vesikuly. Tapetum poskytuje nutriční a stavební látky pylu, syntetizuje prekurzory exiny, sporopoleniny, pylový tmel a dále produkuje kalázu – enzym uvolňující

mikrospory z tetrád. Prašné váčky se otevírají různým způsobem – podélnou skulinou, chlopněmi či otvorem vzniklým na vrcholu. Utváření dehiscenčního aparátu je druhově stálý znak. Nejčastěji se prašníky otevírají směrem dovnitř květu, méně často ven z květu či do stran. Vnitřní prostor prašných pouzder vyplňují sporogenní buňky (*archespor*) (podle Vinter, 2009).

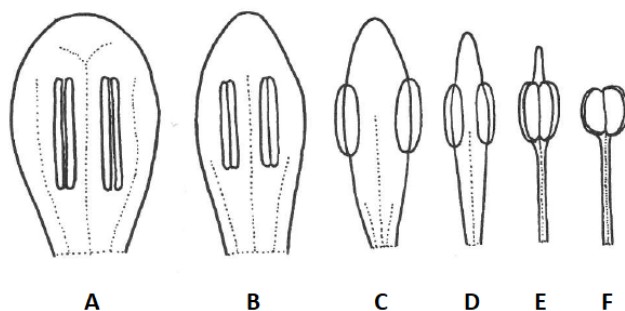
Prašníky se dělí na 3 typy podle orientace prašných váčků – prašníky introrzní, směřují ke květnímu lůžku nebo extrorzní, jsou-li naopak od květního lůžka odkloněné či je jejich postavení laterální, pak hovoříme o tzv. prašníku bočním, schematicky zobrazeno na obr. 11 (podle Vinter, 2009).



Obr. 9: Tyčinka

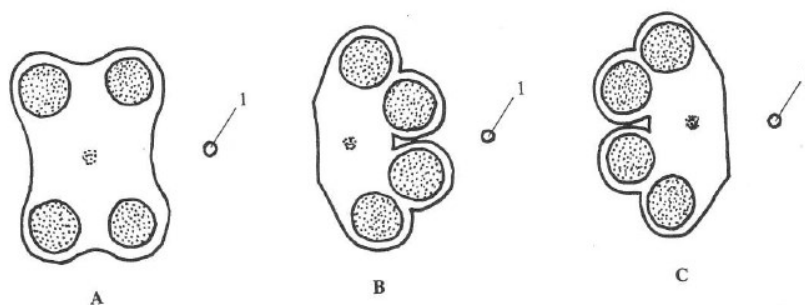
(upraveno dle Vinter, 2009)

A – pohled na adaxiální stranu tyčinky blínu černého, B – pohled na abaxiální stranu tyčinky blínu černého, C – příčný řez prašníkem, 1 – nitka, 2 – prašník, 3 – prašný váček, 4 – prašné pouzdro, 5 – konektiv, 6 – cévní svazek



Obr. 10: Evoluce tyčinky od primitivního typu A až po specializované typy dnešních krytosemenných

(upraveno dle Vinter, 2009)



Obr. 11: Typy prašníků podle orientace prašných váčků

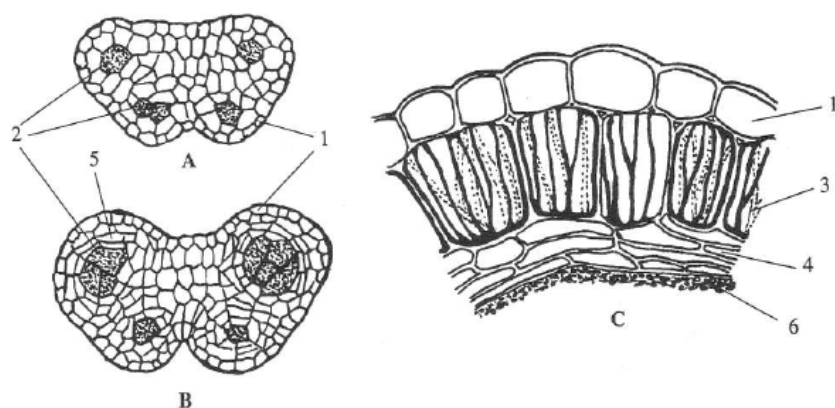
(upraveno dle Vinter, 2009)

A – laterální prašíník, B – introrzní prašíník, C – extrorzní prašíník, 1 – střed květu

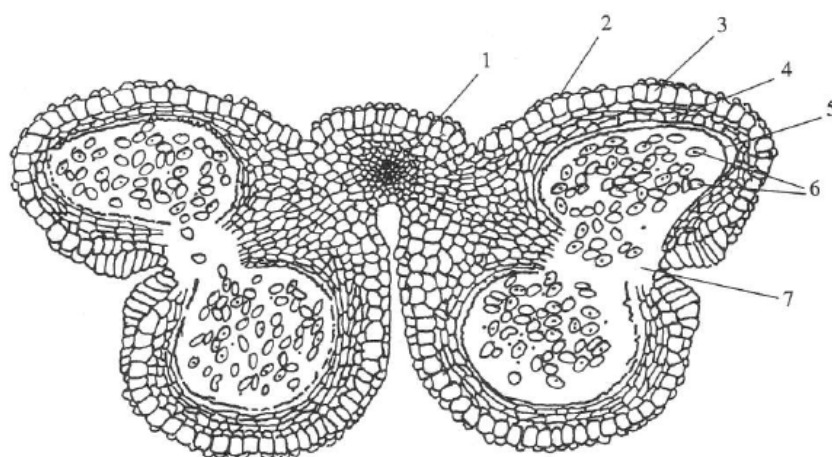
Vývoj samčích gamet sestává ze dvou fází – mikrosporogeneze (vývoj mikrospory, pylového zrna) a mikrogametogeneze (vývoj samčích gamet, buněk spermatických).

V raných stádiích ontogeneze je prašíník tvořen homogenními buňkami obalenými pokožkou. V dalším vývoji se pod pokožkou diferencuje v místě budoucích čtyř prašných pouzder dělením podpokožkových buněk směrem dovnitř po jedné velké primární archesporní buňce a vně po jedné primární nástěnné buňce. Dalším dělením primárních archesporiálních buněk vzniká velkobuněčné pletivo archespor neboli sporogenní tkáň. Antiklinálním a periklinálním dělením primárních nástěnných buněk vznikají tři až čtyři vrstvy nástěnných (*parietálních*) buněk, tvořících stěny mikrosporangíí, a někdy také výstelková vrstva (*tapetum*). Vrstva buněk vznikající bezprostředně pod pokožkou (*exothecium*) se nazývá *endothecium*. Buňky *endothecia* jsou nápadně odlišné od buněk *exothecia* a dosahují největšího rozvoje v době zralosti pylu, obr. 12. Brzy ztrácejí živý obsah, při vysychání se silně zkracují, takže vzniká trhlina otvírající najednou obě prašná pouzdra, obr. 13. Pod *endotheciem* se vytvářejí jedna až tři střední vrstvy tvořené drobnými buňkami a mající pouze přechodné trvání. *Tapetum* neboli výstelková vrstva je nejvnitřnější vrstva prašíníku, která vzniká buď z primárních nástěnných buněk či z archesporiálních buněk. *Tapetum* má významnou fyziologickou funkci, neboť všechny živiny zásobující sporogenní tkáň skrze ně procházejí. Buňky *tapeta* jsou vyplněny hustou cytoplazmou a poskytují regulační, výživné a stavební látky vyvíjejícím se mikrosporám. Podle vývinu

buněk *tapeta* a podle toho jakým způsobem dodává *tapetum mikrosporám* vznikajícím ze *sporogenní* tkáně výživné a regulační látky rozlišujeme dva typy *tapeta*: 1. žláznaté (*sekretorické*) *tapetum*, 2. *ameboidní tapetum*. V době, kdy se *mikrospory* začínají oddělovat jedna od druhé, buněčné stěny žláznatého *tapeta*, častějším typem *tapeta*, se směrem k prašným pouzdrům rozpouštějí a větší část buněčného obsahu degenerujícího *tapeta* spotřebují vyvíjející se *mikrospory*. U *ameboidního tapeta* se rozpouštějí buněčné stěny celé a protoplasty splývají v *periplazmodium*, uzavírající v sobě *mikrospory* (podle Slavíková 2002).



Obr. 12: Řez vyvíjejícím se prašníkem (A, B) a stěnou zralého prašníku (C) denivky
(upraveno dle Slavíková, Morfologie rostlin, 2002)

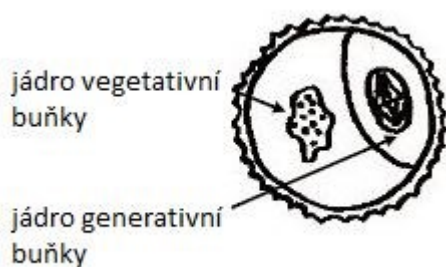


Obr. 13: Příčný řez prašníkem lilie

1 – cévní svazek konektivu, 2 – exothecium (pokožka), 3 – endothecium, 4 – střední vrstva, 5 – tapetum, 6 – pylová zrna, 7 – trhlina otevírající prašná pouzdra, jejichž obsah pak splyne
(upraveno dle Slavíková, Morfologie rostlin, 2002)

Mikrogametogeneze – mladá *mikrospora* roste, vakuolizuje se a následně se dělí výrazně asymetrickou mitózou na větší buňku vegetativní a menší buňku generativní. Generativní buňka se může již v prašném pouzdře rozdělit na dvě spermatické (samčí gamety) za vzniku trojbuněčného pylového zrna, např. u brukvovitých, hvězdnicovitých, lipnicovitých. U většiny krytosemenných rostlin jsou však pylová zrna dvoubuněčná – k dělení generativní buňky dochází až v pylové láčce. Generativní buňka, která je od vegetativní buňky oddělena plazmatickou membránou, se zanoří do cytoplazmy vegetativní buňky (generativní buňka je tedy uvnitř buňky vegetativní) (Vinter, 2009).

Pylové zrno (*pollinium* = *mikrospóra*), obr. 14, je haploidní buňka vznikající redukčním dělením buněk *archesporu*. V průběhu ontogeneze dozrávají *mikrospory* v pylová zrna, která jsou dvoubuněčná nebo trojbuněčná. Vnější buněčná stěna je označována jako *exina*, často je různě tvarována (u hmyzosprašných rostlin lepkavá s výčnělky, u větrosprašných suchá, hladká, nebo nafouklá ve vzdušné váčky). Vnitřní buněčná stěna se nazývá *intina*. Po vzniku jsou pylová zrna jednotlivá, nebo zůstávají ve dvojících či ve čtveřicích. Brylkou označujeme slepená pylová zrnka celého prašného pouzdra v jediný útvar. Pylová láčka (*sypho*) je vyklíčená část pylového zrna, která proniká do vajíčka a obsahuje spermatické buňky (podle Dostál, 2008).

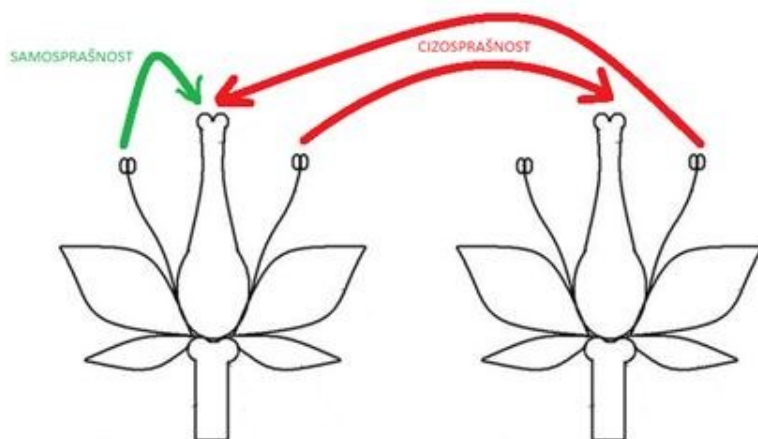


Obr. 14: Pylové zrno

(upraveno dle Dostál, 2008)

Opylením, znázorněném na obr. 15, se označuje proces přenosu pylového zrna na samičí část květu, na bliznu. Opylení vlastním pylem, tzv. samoopylení (*autogamie*), je u rostlin

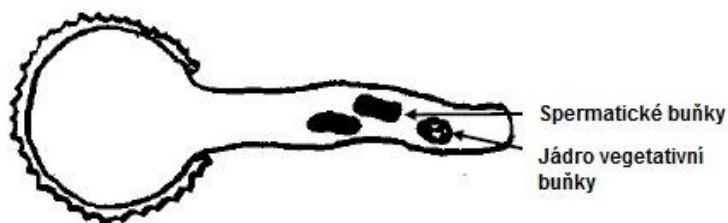
méně časté. Obvyklejší je cizosprašnost (*allogamie*), tj. opylení cizím pylem. Přenos pylu se uskutečňuje několika způsoby, nejčastěji hmyzem (*entomogamie*), větrem (*anemogamie*), zřídka pomocí vody (*hydrogamie*). Životaschopnost pylových zrn je časově omezena, od několika dní až po několik let.



Obr. 15: Opylení

(Převzato: <http://www.oskole.sk/userfiles/image/Isasa/bi/Clipboard02>, 17.6.2018, upraveno Pýchová).

Pylové zrnو klíčí v pylovou láčku, obr. 16, v níž se postupně diferencuje buňka láčková (vegetativní) a dvě spermatické buňky (samčí gamety), které se uplatňují v procesu oplození. Pro krytosemenné rostliny je velmi charakteristické dvojí oplození, kdy jedna samčí gameta splývá s buňkou vaječnou, druhá pak s jádrem zárodečného vaku. Vaječná buňka se po oplození mění v zygotu, která se dále vyvíjí v zárodek (*embryo*). Výsledkem splnutí samčí gamety s jádrem zárodečného vaku je vznik živného pletiva zvaného *endosperm*, které zajišťuje výživu *embrya* (podle Kincl, Kincl, Jakrllová, 1993).



Obr. 16: Klíčení pylového zrna

(Upraveno dle Vinter, 2009)

Semeno je mnohobuněčný útvar, vznikající na mateřské rostlině zpravidla po oplození vajíčka. Jeho velikost, tvar i množství se výrazně u různých druhů rostlin výrazně liší. Nejmenší semena mají vstavačovité rostliny, největší vytváří palma rodu *Lodoicea* (až 18 kg). V typickém případě se semeno skládá z osemení, živného pletiva a zárodku.

Zárodek (*embryo*) představuje nejmladší vývojové stádium rostliny, vyvíjející se z diploidní zygoty. Ve zralém semeni bývá *embryo* obvykle rozlišeno v kořínek (*radikula*), směřující k místu původního otvoru klového na vajíčku, článek podděložní (*hypokotyl*), vzrostlý vrchol a dělohy – jedna u jednoděložných rostlin, dvě u dvouděložných. Většina nahosemenných rostlin mívá větší počet děloh (podle Kincl, Kincl, Jakrllová, 1993).

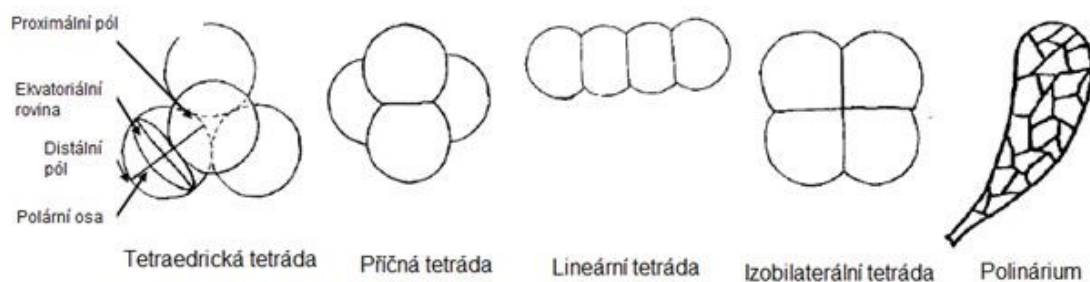
3.2 Pylové zrno

3.2.1 Vývoj pylového zrna

Vývoj pylového zrna, neboli *mikrogametogeneze* (vývoj samčích gamet = spermatických buněk v samčím gametofytu = *mikroprothaliu*). Mladá *mikrospora* - pylové zrno roste, vakuolizuje se, dělí se asymetrickou mitózou na velkou vegetativní a malou generativní buňku. Dvoubuněčné pylové zrno (u většiny krytosemenných rostlin) je tvořeno větší vegetativní buňkou s laločnatým jádrem a menší generativní buňkou (k rozdělení generativní buňky na dvě buňky spermatické dochází až v klíčící pylové láčce). Pokud se generativní buňka rozdělí již v prašném pouzdru na dvě buňky spermatické (samčí gamety) vzniká pylové zrno trojbuněčné (např. u *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae* aj.). Generativní buňka, která je od vegetativní buňky oddělena plazmatickou membránou, se zanoří do cytoplazmy vegetativní buňky (generativní buňka je tedy uvnitř buňky vegetativní). Vegetativní buňka metabolicky zabezpečuje růst a vývoj pylového zrna při dozrávání a má význam při výživě generativní buňky, jejíž hlavní úlohou je přenos genetické informace. Zralý samčí gametofyt představuje pylová láčka (*sipho*). Pylová láčka klíčí nejčastěji jednou aperturou (klíčení *monosyfonické*), ale u některých rostlin i více aperturami (klíčení *polysyfonické*) – např. sléz, lýkovec, hlaváč aj. Pylová láčka může být větvená, např. u některých růží nebo pupalek. Do pylové láčky postupně přechází větší část obsahu pylového zrna (jádro vegetativní buňky a generativní buňka u dvoubuněčných pylových zrn, popř. dvě

buňky spermatické u zrn trojbuněčných). U dvoubuněčných pylových zrn se po určité době po vyklíčení pylové láčky generativní buňka dělí ve dvě buňky spermatické (např. u kosatce žlutého za 15 až 17 hodin). Spermatické buňky se nacházejí při vrcholu pylové láčky. Jejich pohyb je umožněn prouděním cytoplazmy uvnitř pylové láčky a snad i částečně vlastním *ameboidním* pohybem (podle Vinter, 2009).

Mikrosporogenezi se označuje vývoj mikrospory - pylového zrna. Ze *sporogenních* buněk vznikají po několika mitózách mateřské buňky mikrospor, tzv. mikrosporocyty, ze kterých meiotickým redukčním dělením vznikají čtyři haploidní jádra. V tetrádách mohou být mikrospory uspořádány různým způsobem (nejčastěji tetraedricky, izobilaterálně, příčně či lineárně). Pylová zrna jsou v tetrádách spojena kalózou, u většiny rostlin však dochází k jejímu rozrušení enzymem kalázou a dochází k rozpadu tetrád. U některých rostlin jako např. vřesu, sítiny či rosnatky zůstávají tetrády pylových zrn zachovány, u jiných jsou slepena po dvou v diádách nebo ve větším počtu v polyádách. U klejichovitých (*Asclepiadaceae*) a vstavačovitých (*Orchidaceae*) zůstávají pohromadě všechna pylová zrna prašného pouzdra nebo prašného váčku a vytvářejí tzv. brylku (*polinárium*), vybíhající v lepkavou stopku, kterou se brylka zachycuje na těle opylujícího hmyzu. Pylová zrna jsou v brylce slepena viscinem. Typy tetrád jsou znázorněny na obr. 17 (podle Vinter, 2009).



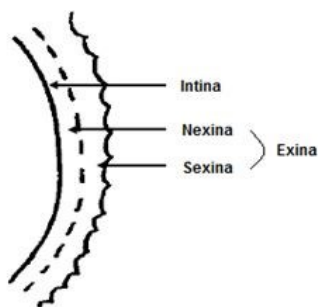
Obr. 17: Typy tetrád pylového zrna
(Podle Vinter, 2009).

3.2.2 Stavba pylového zrna

Stavbou pylového zrna (*granum pollinarium*) se zabývá věda zvaná palynologie. Velikost pylových zrn je velmi různorodá vlastnost. Malá pylová zrna má např. pomněnka (2 - 4 μm). Velká pylová zrna má např. sléz nebo tykev (až 250 μm). Velikost pylových zrn je často v

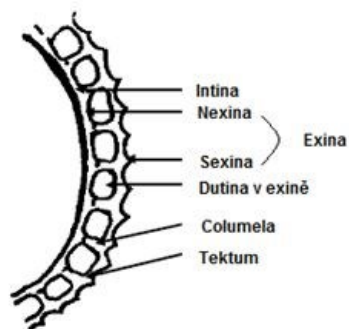
korelaci se stupněm ploidie. Tvar pylových zrn je nejčastěji kulovitý nebo elipsoidní. U vodních rostlin často nitkovitý (podle Vinter, 2009).

Stavba pylového zrna je dána *sporodermou* (stěna spory), kterou rozlišujeme ve vnitřní tenkou pektocelulózovou *intinu* a vnější silnou *exinu* tvořenou celulórou, pektiny, sporopoleniny, karoteny aj. Ta je dále rozlišena na vnitřní *nexinu* a vnější *sexinu*, obr. 18. Pokud se v *exině* nacházejí dutiny oddělené sloupky (*columela*) jedná se o tzv. exinu tektátní, obr. 19. Povrch exiny je u entomogamních rostlin rozmanitě skulpturovaný a lepkavý, u anemogamních rostlin bývá hladký a nelepkavý. Typy *skulptur* (ornamentace) exiny může být psilátní, granulátní, verukátní, foveolátní, gemátní, klavátní, bakulátní, retikulátní, rugulátní, fosulátní, striátní či echinátní, zobrazeny na obr. 20. Apertury (*tremy*) jsou ztenčeniny v exině, jimiž klíčí pylová láčka (*sipho*, samčí gametofyt). Pylová zrna některých rostlin (např. topol) apertury nemají, pylová zrna se pak označují jako *non(in) aperturátní*. Při popisu apertur pylového zrna se udává typ apertury – porus (okrouhlé až mírně oválná apertura), kolpus (oválná až úzce štěrbinovitá apertura, vývojově původnější než porus). Porus v distální části spory bývá někdy označován jako ulkus, kolpus jako sulkus (monosulkátní pylová zrna jsou nejstarším výchozím typem pylových zrn). Počet apertur může být od mono (uni) až po polyaperturátní. Poloha apertur může být *panto*, neboli apertury jsou po celém povrchu zrna nebo zono, apertury jsou v ekvatoriální rovině zrna. Příklady typů pylových zrn s různě utvářenými aperturami jsou zobrazeny na obr. 21 (podle Vinter, 2009).



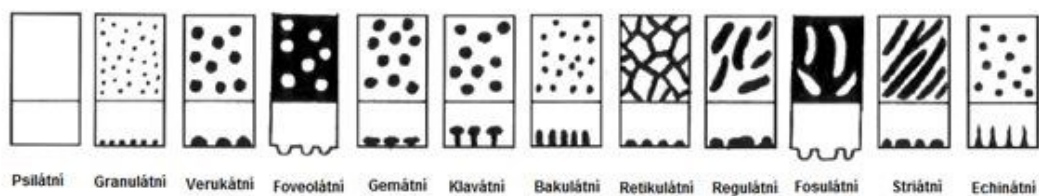
Obr. 18: Rozložení sporodermý

(Podle Vinter, 2009).



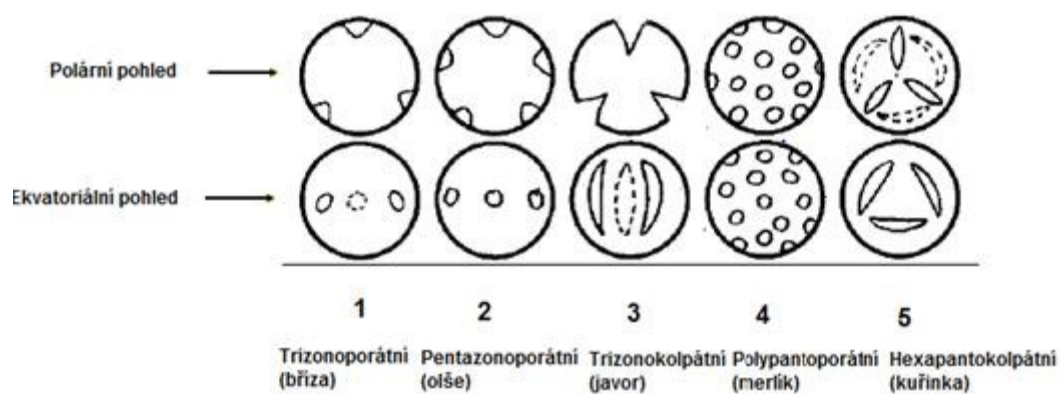
Obr. 19: Tektální exina

(Podle Vinter 2009)



Obr. 20: Typy skulptur

(Podle Vinter 2009).



Obr. 21: Typy pylových zrn

(Podle Vinter 2009).


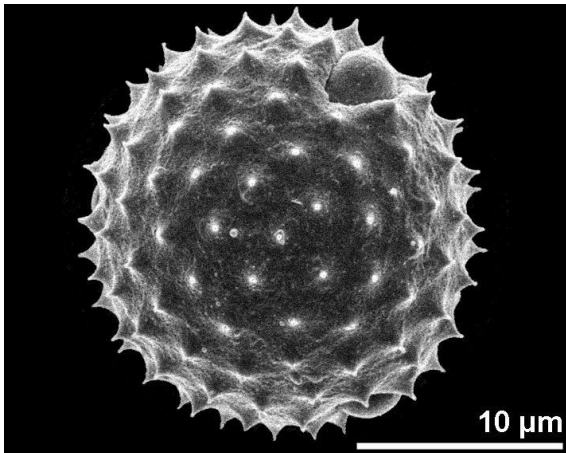

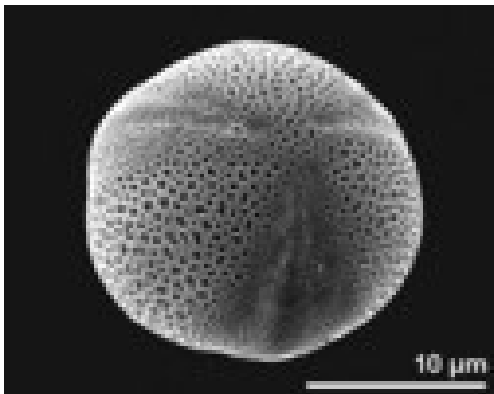
3.2.3 Chemické složení pylového zrna

Chemické složení pylového zrna je tvořeno až z 50 % suché hmotnosti pylu polysacharidy – škrob a polysacharidy *sporoderm* – tvořeno celulórou, hemicelulórou a pektiny. Dále je tvořeno nízkomolekulárními glycidy (4-10 %). V chemickém složení se dále objevují látky lipidové povahy, např. sporopolenin, obsažen v *exině sporoderm*, jednoduché proteiny, nukleoproteiny, fosfoproteiny, glykoproteiny, lipoproteiny, enzymy, vitamíny (B, C, E, aj). Dále je pylové zrno tvořeno růstovými látkami typu *auxinů* a *giberelinů*. Obsah vody v pylovém zrnu je různý, kolísá od 20 do 50% (podle Vinter, 2009).

4 Vybrané alergenní rostliny způsobující polinózu

Vytipovala jsem rostliny, které nejčastěji způsobují alergickou rýmu – polinózu a vytvořila jsem jejich přehledovou tabulku s doplněním fotografií květu / květenství dané rostliny, foto jejich pylového zrna a uvedla jsem jejich dobu kvetení, kde jsem pomocí tučného písma zdůraznila, kdy je u dané rostliny produkce jejího pylu nejintenzivnější. Tučně nezvýrazněné měsíce jsou měsíce, kdy rostlina pyl produkuje, ale již ne tolik intenzivně. Toto období je označováno jako hraniční období kvetení. Grafický přehled doby kvetení jednotlivých rostlin způsobujících polinózu, je dále znázorněn v pylovém kalendáři na obr. 74, uvedeném za přehledovou tabulkou 1.

Tabulka 1 – Přehled vybraných alergenních rostlin vyvolávajících polinózu

Název rostliny	Květenství	Pylové zrno
Ambrozie peřenolistá (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	 <p>Obr. 22: Květenství ambrozie peřenolisté</p> <p>Období kvetení: červenec – srpen – září - říjen</p>	 <p>Obr. 23: Pylové zrno ambrozie peřenolisté (Převzato: https://www.palдат.org/search/genus/Ambrosia, 16.7, 2019)</p>
Bez černý (<i>Sambucus nigra</i>)	 <p>Obr. 24: Květenství bezu černého</p> <p>Období kvetení: duben – květen – červen - červenec</p>	 <p>Obr. 25: Pylové zrno bezu černého (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Sambucus_nigra/301230, 16.6.2018)</p>

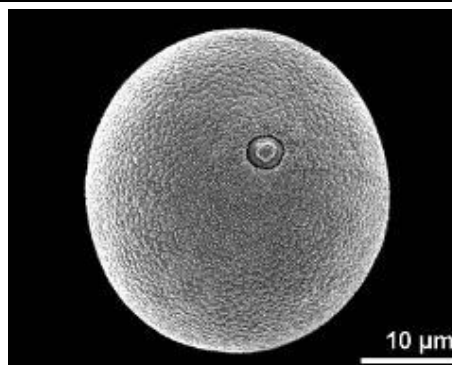
Bojínek luční
*(Phleum
pratense)*



**Obr. 26: Květenství bojínku
lučního**


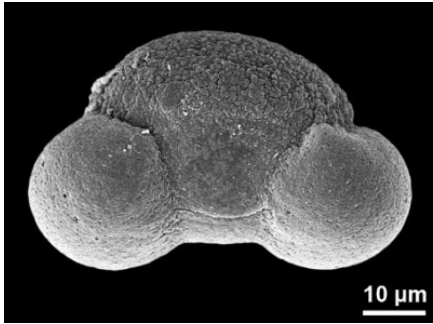

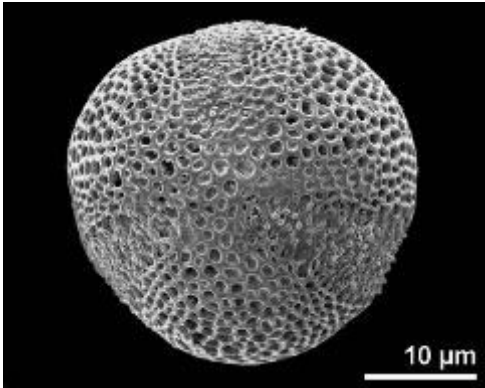
(Převzato:
https://www.palдат.org/pub/Phleum_pratense/301219, 13.6.2018)


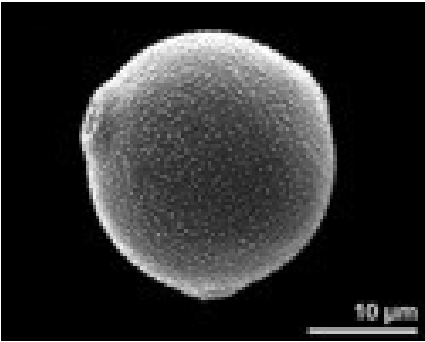

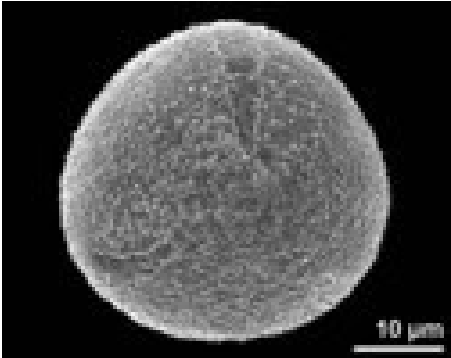
Období kvetení:
květen – červen – červenec –
srpen


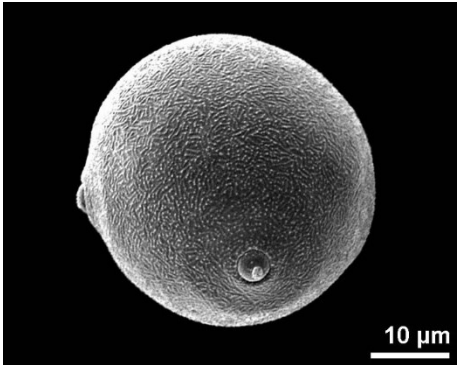



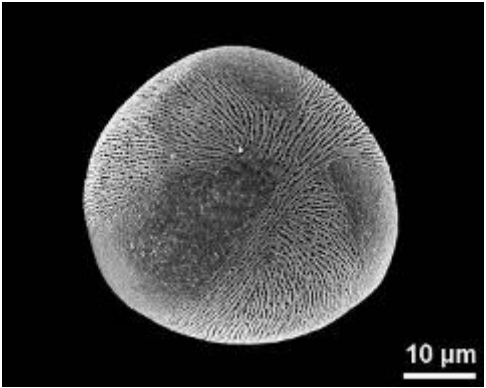

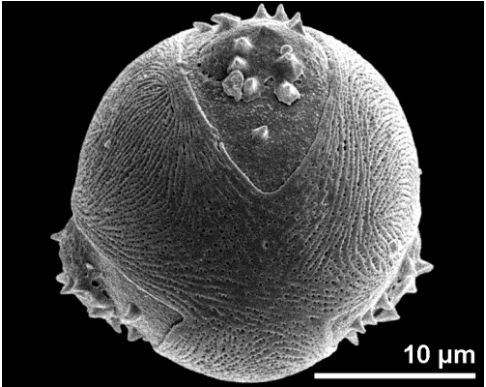
Obr. 27: Pylové zrno bojínku lučního


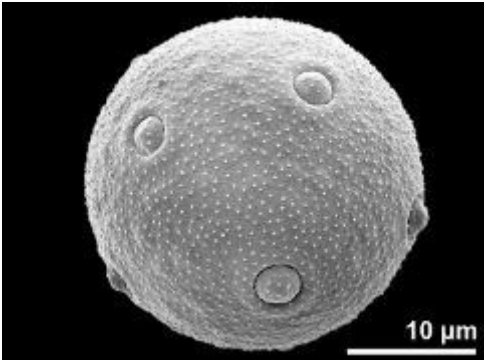

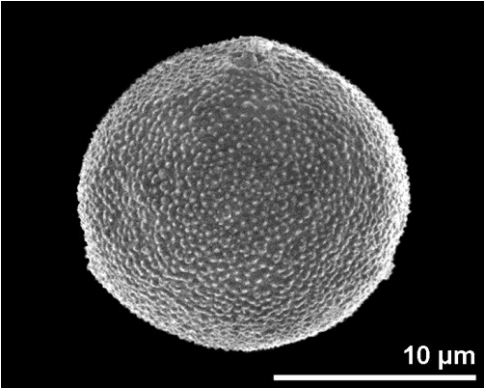
(Převzato: https://www.palдат.org/pub/Phleum_pratense/301219, 13.6.2018)


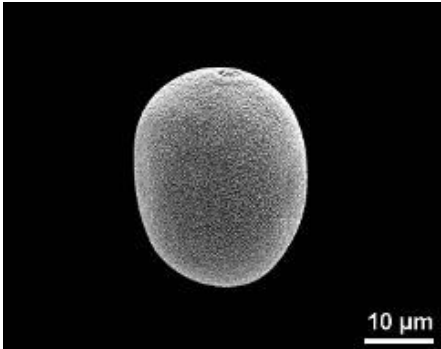

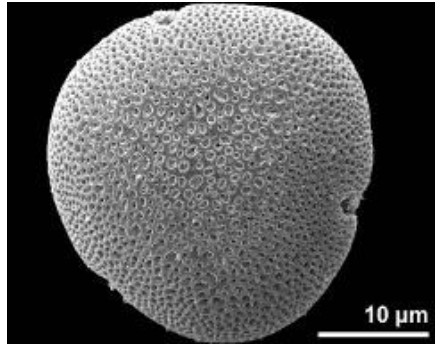
<p>Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)</p>	 <p>Obr. 28: Květenství borovice lesní</p> <p>Období kvetení: duben – květen - červen</p>	 <p>Obr. 29: Pylové zrno borovice lesní (Převzato: https://www.palдат.org/search/genus/Pinus, 11.10.2019).</p>
<p>Brukev řepka olejka (<i>Brassica napus</i>)</p>	 <p>Obr. 30: Květenství brukve řepky olejky</p> <p>Období kvetení: duben - květen – červen – červenec</p>	 <p>Obr. 31: Pylové zrno brukve řepky olejky (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Brassica_napus/300733, 13.6.2018)</p>


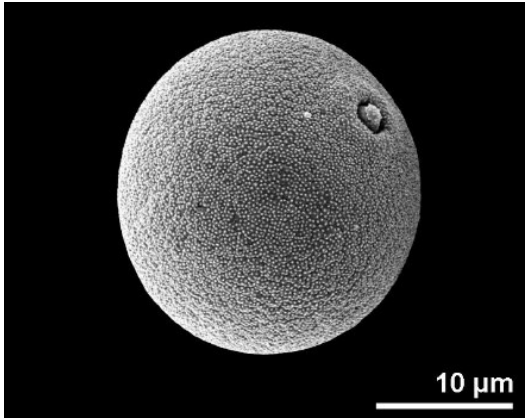

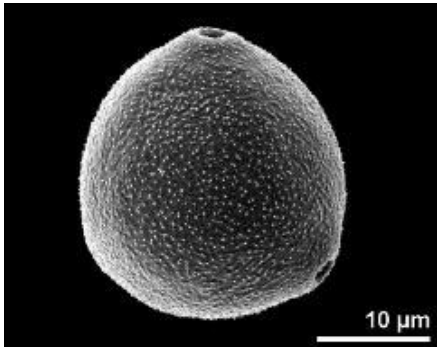
<p>Bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>)</p>	 <p><i>Obr. 32: Květenství břízy bělokoré</i></p> <p>Období kvetení: březen - duben – květen</p>	 <p><i>Obr. 33: Pylové zrno břízy bělokoré</i> (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Betula_pendula/300732, 14.6.2018)</p>
<p>Dub letní (<i>Quercus robur</i>)</p>	 <p><i>Obr. 34: Květenství dubu letního</i></p> <p>Období kvetení: březen - duben - květen</p>	 <p><i>Obr. 35: Pylové zrno dubu letního</i> (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Quercus_robur/303101, 16.6.2018)</p>


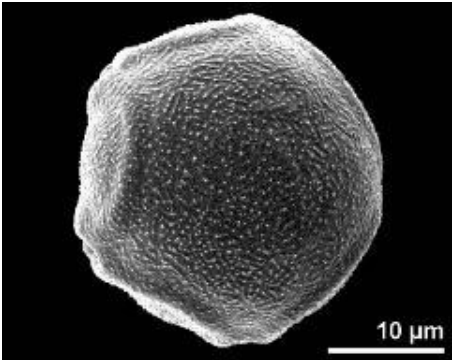

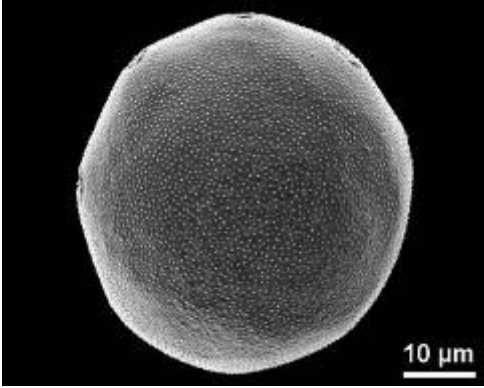
<p>Habr obecný (<i>Carpinus</i> <i>betulus</i>)</p>	 <p>Obr. 36: Květenství habru obecného</p> <p>Období kvetení: březen - duben - květen</p>	 <p>Obr. 37: Pylové zrno habru obecného (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Carpinus_betulus/301255, 20.7.2018)</p>
--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


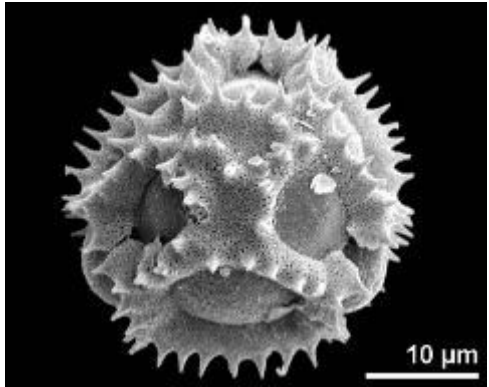

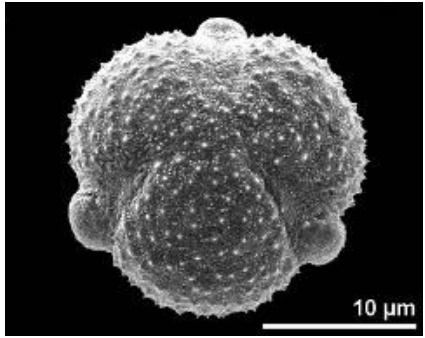
<p>Javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>)</p>	 <p>Obr. 38: Květenství javoru klen Období kvetení: březen - duben - květen</p>	 <p>Obr. 39: Pylové zrno javoru klen (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Acer_pseudoplatanus/301251, 16.6.2018)</p>
<p>Jírovec maďal (<i>Aesculus hippocastanum</i>)</p>	 <p>Obr. 40: Květenství jírovce maďalu Období kvetení: duben – květen - červen</p>	 <p>Obr. 41: Pylové zrno jírovce maďalu (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Aesculus_hippocastanum/301278, 16.6.2018)</p>


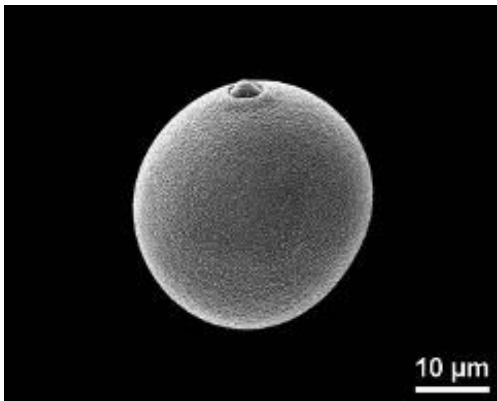

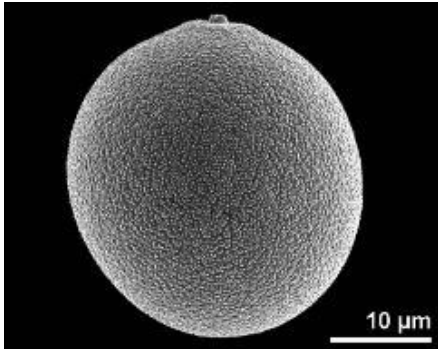
<p>Jitrocel kopinatý (<i>Plantago lanceolata</i>)</p>	 <p>Obr. 42: Květenství jitrocelu kopinatého</p> <p>Období kvetení: květen – červen – červenec – srpen - září</p>	 <p>Obr. 43: Pylové zrno jitrocelu kopinatého (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Plantago_lanceolata/300502, 13.6.2018)</p>
<p>Kopřiva dvoudomá (<i>Urtica dioica</i>)</p>	 <p>Obr. 44: Květenství kopřivy dvoudomé</p> <p>Období kvetení: květen – červen – červenec – srpen - září</p>	 <p>Obr. 45: Pylové zrno kopřivy dvoudomé (Převzato: https://www.paldat.org/search/genus/Urtica, 13.6.2018)</p>


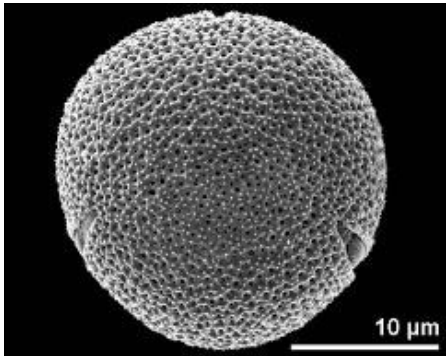

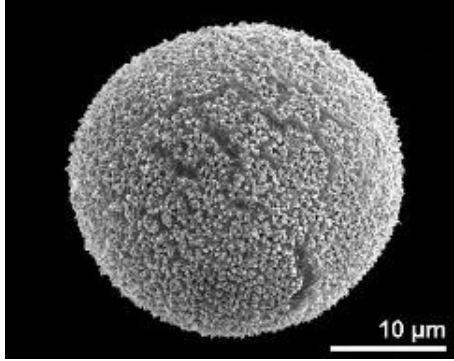
<p>Kostřava luční (<i>Festuca pratensis</i>)</p>	 <p>Obr. 46: Květenství kostřavy luční (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Festuca_pratensis/301287, 13.6.2018)</p> <p>Období kvetení: květen – červen – červenec – srpen - září</p>	 <p>Obr. 47: Pylové zrno kostřavy luční (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Festuca_pratensis/301287, 13.6.2018)</p>
<p>Lípa srdčitá (<i>Tilia cordata</i>)</p>	 <p>Obr. 48: Květenství lípy srdčité Období kvetení: květen – červen - červenec</p>	 <p>Obr. 49: Pylové zrno lípy srdčité (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Tilia_cordata/302938, 16.6.2018)</p>


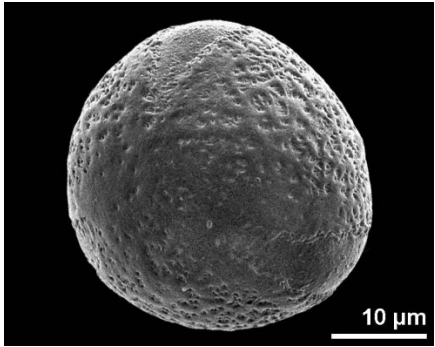

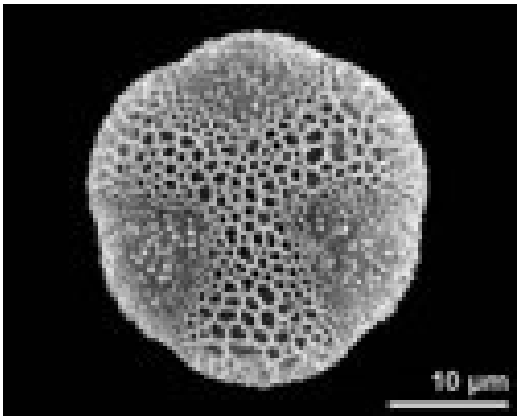
<p>Lipnice roční (<i>Poa annua</i>)</p>	 <p>Obr. 50: Květenství lipnice roční</p> <p>Období kvetení: květen – červen – červenec – srpen</p>	 <p>Obr. 51: Pylové zrno lipnice roční (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Poa_annua/300031, 13.6.2018)</p>
<p>Líska obecná (<i>Corylus avellana</i>)</p>	 <p>Obr. 52: Květenství lísky obecné (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Corylus_avellana/108748, 17.6.2018)</p> <p>Období kvetení: leden – únor - březen - duben</p>	 <p>Obr. 53: Pylové zrno lísky obecné (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Corylus_avellana/108748, 17.6.2018)</p>

<p>Olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>)</p>	 <p>Obr. 54: Květenství olše lepkavé (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Alnus_glutinosa/302056, 17.6.2018)</p> <p>Období kvetení: leden – únor - březen - duben</p>	 <p>Obr. 55: Pylové zrno olše lepkavé (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Alnus_glutinosa/302056, 17.6.2018)</p>
<p>Ořešák královský (<i>Juglans regia</i>)</p>	 <p>Obr. 56: Květenství ořešáku královského Období kvetení: duben – květen - červen</p>	 <p>Obr. 57: Pylové zrno ořešáku královského (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Juglans_regia/301279, 18.6.2018)</p>

<p>Pampeliška (smetánka) lékařská (<i>Taraxacum officinale</i>)</p>	 <p>Obr. 58: Květenství pampelišky (smetánky) lékařské</p> <p>Období kvetení: březen – duben – květen – červen – červenec - srpen</p>	 <p>Obr. 59: Pylové zrno pampelišky (smetánky) lékařské</p> <p>(Převzato: https://www.paldat.org/pub/Taraxacum_officinale/301340, 13.6.2018)</p>
<p>Pelyněk černobýl (<i>Artemisia vulgaris</i>)</p>	 <p>Obr. 60: Květenství pelyňku černobýlu</p> <p>(Převzato: http://www.bylinky.info/pelynek-cernobyl, 13.6.2018)</p> <p>Období kvetení: červenec – srpen – září - říjen</p>	 <p>Obr. 61: Pylové zrno pelyňku černobýlu</p> <p>(Převzato: https://www.paldat.org/pub/Artemisia_vulgaris/301254, 13.6.2019)</p>

<p>Psárka luční (<i>Alopecurus pratensis</i>)</p>	 <p>Obr. 62: Květenství psárky luční (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Alopecurus_pratensis/301282, 13.6.2018)</p> <p>Období kvetení: duben - květen – červen – červenec</p>	 <p>Obr. 63: Pylové zrno psárky luční (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Alopecurus_pratensis/301282)</p>
<p>Srha laločnatá (<i>Dactylis glomerata</i>)</p>	 <p>Obr. 64: Květenství srhy laločnaté Období kvetení: květen – červen – červenec – srpen</p>	 <p>Obr. 65: Pylové zrno srhy laločnaté (Převzato: https://www.paldat.org/pub/Dactylis_glomerata/301831, 13.6.2018)</p>

<p>Šťovík kyselý (<i>Rumex acetosa</i>)</p>	 <p>Obr. 66: Květenství šťovíku kyselého</p> <p>Období kvetení: duben - květen – červen – červenec</p>	 <p>Obr. 67: Pylové zrno šťovíku kyselého (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Rumex_acetosa301289, 13.6.2019)</p>
<p>Topol černý (<i>Populus nigra</i>)</p>	 <p>Obr. 68: Květenství topolu černého (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Populus_nigra/301295, 17.6.2018)</p> <p>Období kvetení: únor - březen – duben – květen</p>	 <p>Obr. 69: Pylové zrno topolu černého (Převzato: https://www.palдат.org/pub/Populus_nigra/301295, 17.6.2018)</p>

<p>Trnovník akát (<i>Robinia pseudoacacia</i>)</p>	 <p>Obr. 70: Květenství trnovníku akátu Období kvetení: květen - červen</p>	 <p>Obr. 71: Pylové zrno trnovníku akátu (Převzato: https://www.paldata.org/search/genus/Robinia, 20.7.2019)</p>
<p>Vrba bílá (<i>Salix alba</i>)</p>	 <p>Obr. 72: Květenství vrby bílé Období kvetení: únor - březen – duben - květen</p>	 <p>Obr. 73: Pylové zrno vrby bílé (Převzato: https://www.paldata.org/search/genus/Salix, 17.6.2018).</p>



Obr. 74: Pylový kalendář vybraných alergenních rostlin

5 Zhodnocení kurikulárních dokumentů pro výuku biologie na gymnáziích z hlediska výskytu řešené problematiky.

Provedla jsem šetření výskytu řešené problematiky z hlediska zastoupení témat pylů a pylových alergenů v učebnicích pro gymnázia, dále pak zařazení zkoumané problematiky do oficiálních kurikulárních dokumentů, vyplývajících z Národního programu rozvoje vzdělávání v České republice (tzv. Bílé knihy) a jsou zmíněny v zákoně č. 561/2004 Sb. (RVP G, 2007) v rámci průřezových témat.

5.1 Zhodnocení témat „pylů a pylových alergenů“ v učebnicích určených studentům gymnázií

Provedla jsem zhodnocení dostupných učebnic biologie pro gymnázia, ve kterých jsem zjišťovala, zda daná učebnice obsahuje zmínku o řešené problematice. Při hledání v učebnicích jsem se zaměřila konkrétně na pojmy - pylové zrno, astma, alergie, alergen, pylový alergen, alergenní rostliny. Výsledky jsem zaznamenala do níže uvedené tabulky 2 – Dostupné kurikulární učebnice pro výuku biologie na gymnáziích, ve které jsem uvedla název, jméno autora, nakladatelství a rok vydání učebnice, kapitolu s tématem, a zmínku, kde se příslušný pojem vyskytuje spolu se stranou, na které je konkrétní termín vztahující se k řešené problematice uveden.

Tabulka 2 – Dostupné kurikulární učebnice pro výuku biologie na gymnáziích

Název učebnice, autor, nakladatelství, rok vydání	Kapitola, téma	Zmínka
Biologie pro gymnázia , (Jelínek J., Zicháček V., Nakladatelství Olomouc, 2002)	- Rozmnožovací orgány semenných rostlin, Květ - Soustava dýchací, Poruchy ovlivňující plicní funkce	- Pylová zrna – část Biologie rostlin, s. 32 - Astma, alergie – část Biologie člověka, s. 266
Biologie člověka pro gymnázia , (Novotný I., Hruška M., Fortuna, 2003)	- Obranný imunitní systém, Specifická imunita	- Alergie, alergen, s. 46
Biologie rostlin pro gymnázia , (Jákllová J., Kincl L., Kincl M., Fortuna, 1993)	- Reprodukční orgány krytosemenných rostlin, Květ	- Pylová zrna, s. 64
BIOLOGIE I. (Základy mikrobiologie, botaniky a mykologie) , (Kislinger F., Laníková J., Šlégr J., Žurková I, Gymnázium v Klatovech, 1995)	- Rostliny krytosemenné, Opylení a oplození	- Pylové zrnko, s. 81
BIOLOGIE III. (Základy biologie člověka) , (Kislinger F., Laníková J., Šlégr J., Žurková I, Gymnázium v Klatovech, 1994)	- Imunita , Poruchy imunity	- Alergie, pylové alergeny, s. 116

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že pojmy vztahující se k řešené problematice, tedy k pylu, alergiím, alergenům, pylovému zrnu, alergenním rostlinám, jsou v jednotlivých

učebnicích zastoupeny srovnatelně, ale pouze vždy na jednotlivých stránkách, které jsou zmíněny výše.

Výsledky jsem zaznamenala do tabulky č. 1, kde je v prvním sloupci vždy uveden název konkrétní učebnice, autor, nakladatelství a rok vydání. V druhém sloupci je uvedena příslušná kapitola a téma obsahující zmínku. Ve třetím, posledním sloupci je vždy heslovitě uvedena konkrétní zmínka v učebnici a je zde doplněno číslo strany.

Zjistila jsem, že obecná učebnice **„Biologie pro gymnázia“**, konkrétně část Biologie rostlin, v kapitole Rozmnožovací orgány semenných rostlin, na straně 32 obsahuje zmínku o pylových zrnech. Stejná učebnice se v části Biologie člověka, v kapitole Soustava dýchací, na straně 266 zmiňuje o pojmech astma a alergie. Učebnice s názvem **„Biologie člověka pro gymnázia“** na straně 46 uvádí v kapitole Obranný imunitní systém pojmy alergie a alergen. Další učebnice **„Biologie rostlin pro gymnázia“** v kapitole s názvem Reprodukční orgány krytosemenných rostlin vysvětluje pojem pylová zrna, konkrétně na straně 64. Učebnice **„BIOLOGIE I. (Základy mikrobiologie, botaniky a mykologie)“** uvádí v kapitole Rostliny krytosemenné, na straně 81 pojem pylové zrnko. Poslední analyzovaná učebnice určená pro studenty gymnázií tedy **„BIOLOGIE III. (Základy biologie člověka)“** obsahuje na straně 116 vysvětlené pojmy alergie a pylové alergen.

5.2 Zhodnocení tématu „pylů a pylových alergenů“ v RVP G

V druhé části této kapitoly jsem se zaměřila na analýzu dalších kurikulárních dokumentů, konkrétně na RVP G, ve kterém jsem hledala, zda některé z průřezových témat, konkrétně „environmentální výchova“ či „výchova ke zdraví“ obsahuje zmínku o pylech, pylových zrnech, alergenní rostlinách, pylových alergenech či alergiích. Výsledky jsem zaznamenala do níže uvedené tabulky 3 - Průřezová témata v rámci RVP pro gymnázia.

Tabulka 3 – Průřezová témata v rámci RVP pro gymnázia

Průřezové téma	Zmínka	Kapitola
Environmentální výchova	Pyly, pylová zrna, pylové alergeny, alergenní rostliny, alergie	-
Výchova ke zdraví	Pyly, pylová zrna, pylové alergeny, alergenní rostliny, alergie	-

Při analýze dokumentu RVP G, ve kterém jsem hledala, zda se některé z průřezových témat zmiňuje o pylech, pylových zrnech, alergenních rostlinách, pylových alergenech či alergiích a následně jsem vytvořila tabulku č. 2. Tato tabulka obsahuje celkem tři sloupce, konkrétně průřezové téma, zmínku a kapitolu.

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že při provedené analýze jsem zjistila, že průřezové téma **Environmentální výchova** v rámci RVP G neobsahuje žádnou kapitulu obsahující hledané zmínky, konkrétně týkající se pylu rostlin, pylových zrn, alergenů, alergenních rostlin, ani alergií. Totéž jsem zjistila i pro druhé průřezové téma, tedy **Výchovu ke zdraví**, která také neuvádí žádný z výše definovaných pojmů.

6 Vlastní výzkum – dotazníkové šetření u pedagogů gymnázií

6.1 Metodika šetření

K výzkumu v mé diplomové práci jsem zvolila metodu dotazování, technikou dotazníku (kvalitativní). Zjišťovala jsem, zda mají učitelé gymnázií pro svou výuku biologie dostatek učebních materiálů, pomocí mnou navrženým dotazníkem se zaměřením na téma pyly a pylové alergenů. Dotazník byl sestaven, zkontrolován s vedoucí práce a následně byl částečně rozeslán prostřednictvím e-mailu na adresy ředitelů gymnázií s průvodním dopisem a prosbou, aby e-mail přeposlali vyučujícím biologie. Částečně jsem dotazník předávala osobně nebo prostřednictvím známých, kteří učí na mnou vytipovaných školách, případně na příslušných školách studují a o vyplnění poprosili své vyučující.

Během dotazníkového šetření bylo celkem rozdáno nebo rozposláno 1468 (100%) dotazníků, z kterých bylo vráceno 507 (tj. 34,54%) a 2 dotazníky byly z důvodu chybného vyplnění vyřazeny. Ke konečné analýze jsem použila tedy 505 vyplněných dotazníků odpovídajících 34,40 %.

První dvě otázky v dotazníku byly zvoleny jako tzv. kontaktní položky, sloužící pro kontakt mezi respondentem a výzkumníkem. Druhá otázka byla zároveň s třetí otázkou sestavena na základě škálování dle Petera Gavory, který ve své knize Úvod do pedagogického výzkumu uvádí, že škálování se uskutečňuje různými druhy posuzovacích škál. Posuzovací škála je nástroj, který umožňuje zjišťovat míru vlastnosti jevu nebo jeho intenzitu. Posuzovatel vyjadřuje svoje hodnocení určením polohy na škále. Posuzovat lze jiné lidi, nebo jevy, pak se jedná o posuzování škál při pozorování. Posuzovatel může posuzovat i sebe, formou dotazníku. Položky dotazníku mívají velmi často podobu škály.

Zbývající otázky byly konstruovány jako uzavřené, až na pátou otázku, která byla sestavena jako polouzavřená otázka a dvě poslední jako dichotomické položky.

Výsledky šetření jsem zpracovala pomocí programu MS Office Wordu a pro vytvoření grafů jsem použila MS Excel.

6.2 Hypotézy šetření

Hypotéza H_1 : Předpokládám, že většina učitelů na gymnáziích vyučuje problematiku z nabízených možností týkající se tématu alergie.

Hypotéza H_2 : Předpokládám, že z nabízených možností přes 70% učitelů působících na gymnáziích, zařazuje do výuky biologie rostlin problematiku alergií a pylů rostlin.

Hypotéza H_3 : Předpokládám, že většina učitelů do laboratorních cvičení z botaniky problematiku pozorování pylových zrn vůbec nezařazuje.

Hypotéza H_4 : Předpokládám, že k tématu alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin pro výuku botaniky na gymnáziích, nemají vyučující dostatek vhodných materiálů.

Hypotéza H_5 : Předpokládám, že většina učitelů by využila při výuce řešené tematiky pracovní list pro botaniku.

6.3 Výsledky dotazníkového šetření

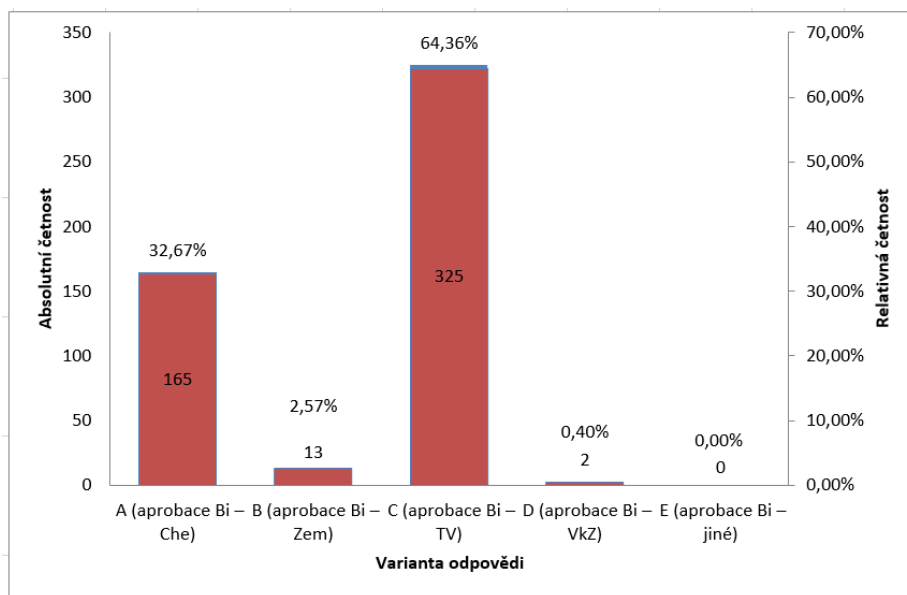
Cílem dotazníkového šetření bylo pomocí otázek od učitelů (respondentů) zjistit, do jakého celku mnou zkoumanou problematiku v rámci učiva zařazují, jaké učební materiály ve své výuce používají a jaké by ve své výuce nejvíce využívaly, případně co jim z materiálů zcela pro výuku chybí. Na základě tohoto dotazníkového průzkumu jsem vytvořila pro učitele gymnázií chybějící výukové materiály – pracovní list se zaměřením na výuku a procvičování botaniky, návod na laboratorní cvičení z biologie rostlin a sadu lekcí ve formě e-learningového materiálu vhodné jak pro studenty (k procvičení, otestování si znalostí), tak i pro vyučující biologie.

V této kapitole jsou uvedeny prostřednictvím tabulek a grafů výsledky analýzy jednotlivých otázek dotazníku. V tabulce je vždy zaznamenána varianta se zkrácenou verzí odpovědi, absolutní četnost (N) a relativní četnost (%). V grafu je na ose x popsána varianta odpovědi. Osa y vlevo znázorňuje absolutní četnost příslušné odpovědi z celkového počtu odpovědí dotazovaných učitelů. Na ose y v pravé části je uvedena relativní (procentuální) četnost příslušné odpovědi. Na jednotlivých sloupcích zbarvených červeně je uveden počet příslušných variant odpovědí, a nad nimi je procentem uvedena relativní četnost zvolené odpovědi z celkového počtu odpovědí. Dotazník byl strukturován celkem do 8 otázek, na které učitelé gymnázií odpovídali buď prostřednictvím e-mailu, nebo dotazník dostali v tištěné podobě a zaškrtovali jednu či více nabízených možností.

Otázka č. 1 „**Jaké předměty učíte?**“. Tato otázka byla konstruována jako tzv. Kontaktní položka pro navázání kontaktu mezi respondentem a výzkumníkem. Učitelé mohli vybírat z následujících možností: A) Bi – Che, B) Bi – Zem, C) Bi – TV, D) Bi – Výchova ke zdraví, E) Bi – jiná kombinace, prosím doplňte. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4, grafu 1.

Tabulka 4 - Aprobace respondentů

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (aprobace Bi – Che)	165	32,67%
B (aprobace Bi – Zem)	13	2,57%
C (aprobace Bi – TV)	325	64,36%
D (aprobace Bi – VkZ)	2	0,40%
E (aprobace Bi – jiné)	0	0,00%



Graf 1: Aprobace předmětů

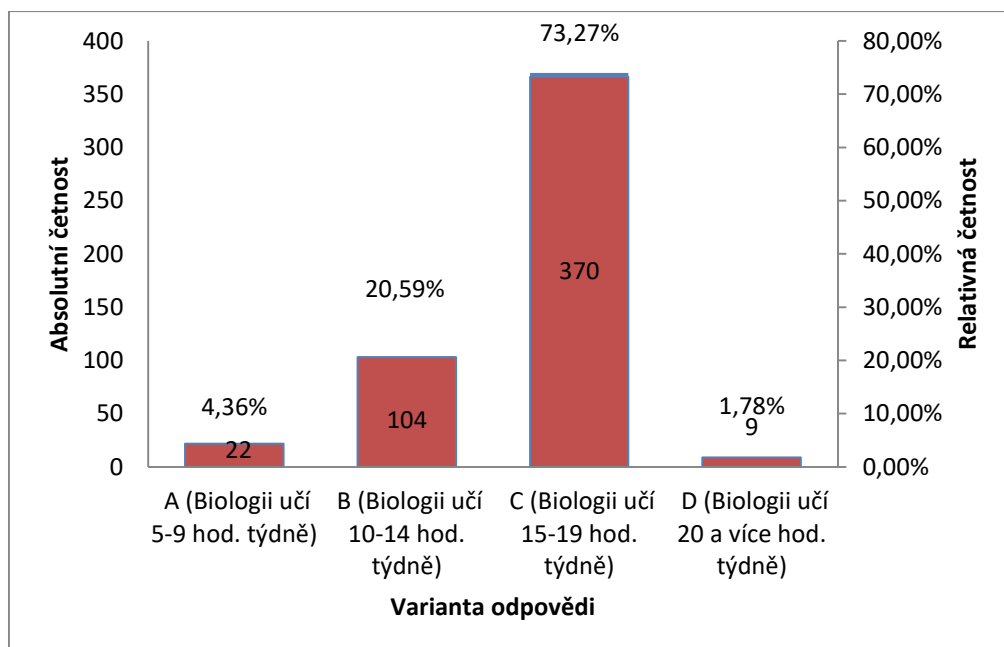
Graf 1 ukazuje, že nejčastější odpovědí je varianta C), tedy nejčastější aprobací respondentů je kombinace učených předmětů Bi - Tv, kterou si zvolilo 325 učitelů (tj. 64,36 %), další nejčastější odpovědí byla možnost A), aprobaci Bi – Che, kterou má

celkem 165 učitelů (tj. 32,67 %). Aprobaci Bi – Zem a variantu B) zvolilo celkem 13 respondentů (tj. 2,57 %). Kombinaci předmětů Bi – Výchova ke zdraví vyučují celkem 2 učitelé, kteří si zároveň z nabízených možností vybrali variantu D). Variantu E) si nevybral žádný z dotazovaných učitelů.

Otázka č. 2 „**Kolik hodin týdně biologii učíte?**“ byla konstruována také jako tzv. Kontaktní položka pro navázání kontaktu mezi respondentem a výzkumníkem. Učitelé si mohli vybírat z následujících možností počtu vyučovaných hodin: A) 5-9, B) 10-14, C) 15-19, D) 20 a více hodin. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5, grafu 2.

Tabulka 5– Počet vyučovaných hodin týdně

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (Biologii učí 5-9 hod. týdně)	22	4,36%
B (Biologii učí 10-14 hod. týdně)	104	20,59%
C (Biologii učí 15-19 hod. týdně)	370	73,27%
D (Biologii učí 20 a více hod. týdně)	9	1,78%



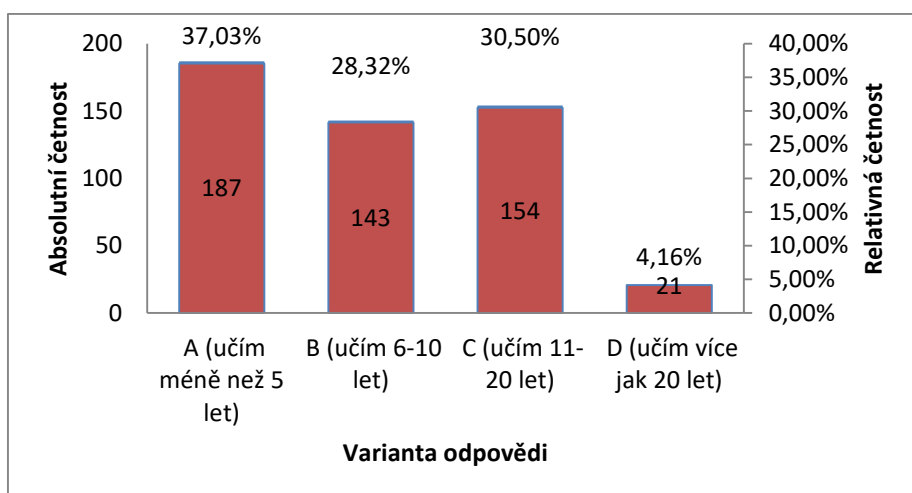
Graf 2: Počet vyučovaných hodin týdně

Z grafu 2 vyplývá, že nejčastější odpovědí je varianta C), tedy nejvíce učitelů na gymnáziích učí 15-19 hodin biologie týdně, kterou si zvolilo 370 učitelů (tj. 73,27 %), další nejčastější odpovědí byla možnost B), což znamená, že 10-14 hodin týdně biologie učí celkem 104 učitelů (tj. 20,59 %), dále variantu A) zvolilo celkem 22 respondentů (tj. 4,36 %), což odpovídá 5-9 odučeným hodinám biologie týdně. Variantu D) si vybralo pouze 9 z dotazovaných učitelů (tj. 1,78%) a ti odučí více jak 20 hodin biologie za týden.

Otázka č. 3 „**Jak dlouho učíte?**“. Učitelé si mohli zvolit z následujících možností: A) méně než 5 let, B) 6 - 10 let, C) 11 – 20 let, D) více než 20 let. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 6, grafu 3.

Tabulka 6 – Počet odučených let

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (učím méně než 5 let)	187	37,03%
B (učím 6-10 let)	143	28,32%
C (učím 11-20 let)	154	30,50%
D (učím více jak 20 let)	21	4,16%



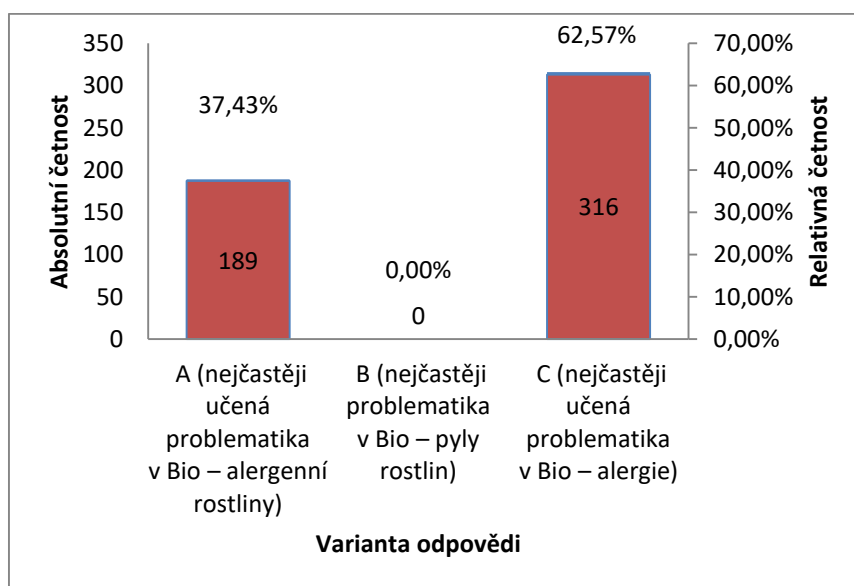
Graf 3: Počet odučených let

Z grafu 3 vyplývá, že nejčastější odpovědí je varianta A), tedy nejvíce učitelů na gymnáziích učí méně jak 5 let, kterou si zvolilo 187 učitelů (tj. 37,03 %), další nejčastější odpovědí byla možnost C), což znamená, že 154 učitelů (tj. 30,50 %) učí v rozmezí 11-20 let, dále variantu B) zvolilo celkem 143 respondentů (tj. 28,32 %), což odpovídá 6-10 odučeným létům. Variantu D) si vybralo pouze 21 z dotazovaných učitelů (tj. 4,16%) a ti odučili více jak 20 let.

U otázky č. 4 byli respondenti dotazováni pomocí otázky „**Uved'te, problematiku, kterou v biologii učíte:**“. Učitelé si mohli zvolit z následujících variant: A) Alergenní rostliny, B) Pyly rostliny, C) Alergie. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 7, grafu 4.

Tabulka 7 – Nejčastěji učená problematika

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (nejčastěji učená problematika v Bio – alergenní rostliny)	189	37,43%
B (nejčastěji problematika v Bio – pyly rostlin)	0	0,00%
C (nejčastěji učená problematika v Bio – alergie)	316	62,57%



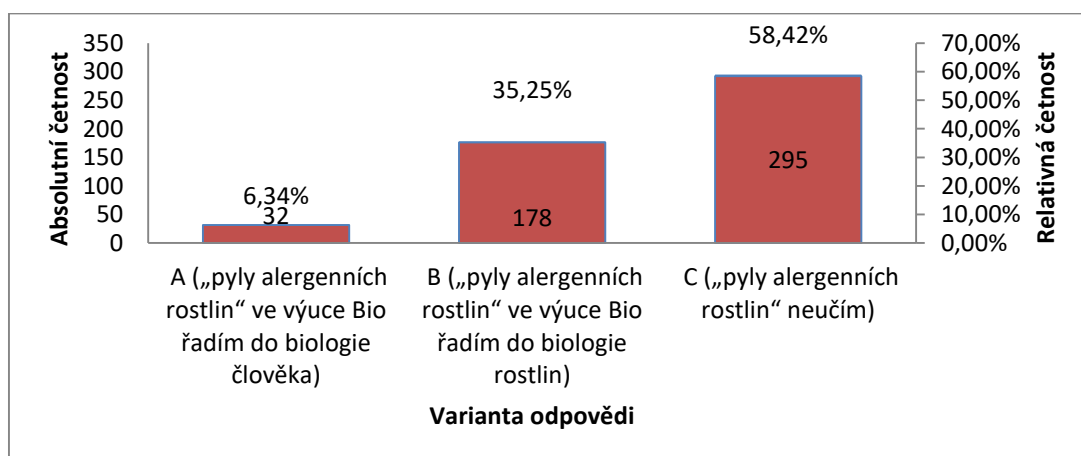
Graf 4: Nejčastěji učená problematika

Z grafu 4 vyplývá, že nejčastěji volenou odpovědí je varianta C), tedy nejvíce učitelů na gymnáziích učí problematiku alergie, kterou si zvolilo 316 učitelů (tj. 62,57 %), další nejčastější odpovědí byla možnost A), tedy učená problematika alergenní rostliny, což znamená, že ji učí celkem 189 učitelů (tj. 37,43 %). Poslední možnost, tedy odpověď B) si nevybral žádný z dotazovaných učitelů gymnázií.

U otázky č. 5 jsem se respondentů ptala „**Do jakého celku problematiku „pyly alergenních rostlin“ zařazujete?**“. Učitelé si mohli vybírat z variant: A) Biologie člověka, B) Biologie rostlin C) Výše uvedenou problematiku neučím. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 8, grafu 5.

Tabulka 8 – Zařazení problematiky „pyly alergenních rostlin“ do výukového celku

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A („pyly alergenních rostlin“ ve výuce Bio řadím do biologie člověka)	32	6,34%
B („pyly alergenních rostlin“ ve výuce Bio řadím do biologie rostlin)	178	35,25%
C („pyly alergenních rostlin“ neučím)	295	58,42%



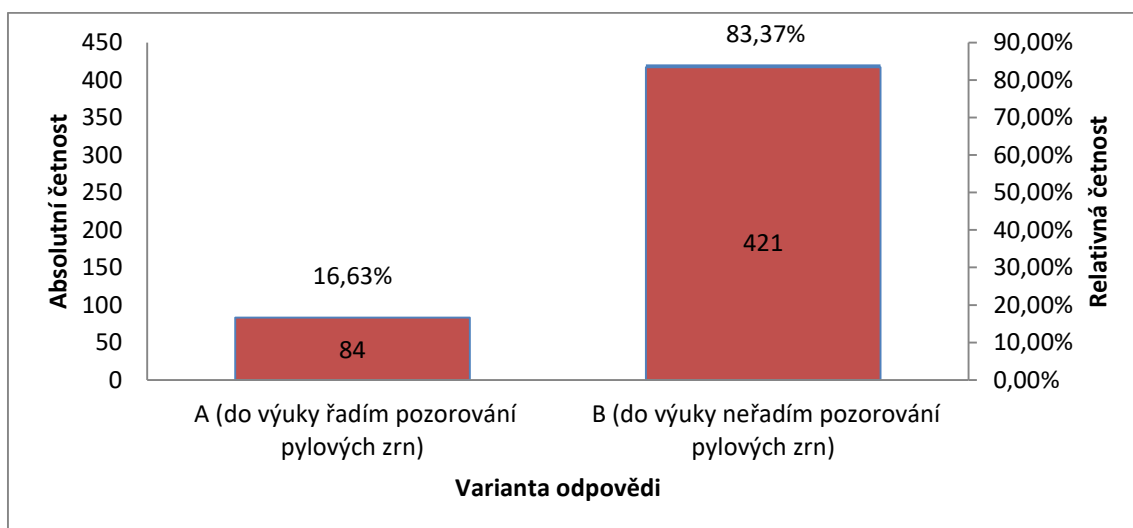
Graf 5: Zařazení problematiky „pyly alergenních rostlin“ do výukového celku

Z výše uvedeného grafu 5 vyplývá, že nejvíce volenou odpovědí byla varianta C), kterou si vybralo 195 učitelů (tj. 58,42 %) a tedy odpovědělo, že problematiku „pyly alergenních rostlin“ vůbec nevyučuje. Další nejčastější odpovědí byla varianta B), tedy 178 (tj. 35,25 %) pedagogů z gymnázií uvedlo, že výše uvedenou problematiku učí spolu s celkem biologie rostlin. Variantu A), tedy danou problematiku vyučuje celkem 32 pedagogů (tj. 6,34 %) společně s celkem biologie člověka. Zbývajících odpověď, možnost D) nezvolil ani jeden z respondentů, což znamená, že problematiku s jiným než byly již výše zmíněné celky, nevyučuje.

U otázky č. 6 dotazníku jsem se respondentů ptala „**Zařazujete do výuky, např. do laboratorních cvičení pozorování pylových zrn?**“. Učitelé si mohli vybírat ze dvou možností: A) Ano, B) Ne. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 9, v grafu 6.

Tabulka 9 – Zařazení do výuky pozorování pylových zrn

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (do výuky řadím pozorování pylových zrn)	84	16,63%
B (do výuky neřadím pozorování pylových zrn)	421	83,37%



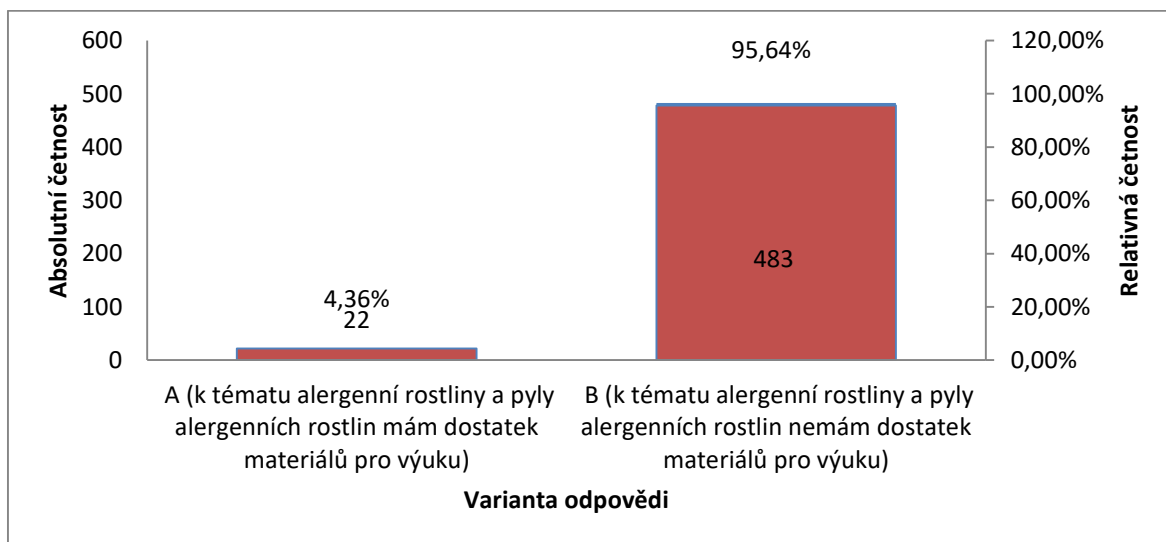
Graf 6: Zařazení do výuky pozorování pylových zrn

Z grafu 6 vyplývá, že častější odpověď je varianta B), kterou zvolilo 421 učitelů (tj. 83,37 %), druhou možnost, variantu A) si vybralo celkem 84 pedagogů gymnázií, (tj. 16,63 %).

U otázky č. 7 byl respondentům položen dotaz: „**Máte k tématu „alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin“ dostatek materiálů pro výuku?**“. Vybrat si mohli z následujících variant: A) Ano, B) Ne. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 10, grafu 7.

Tabulka 10 – Dostatek materiálů pro výuku tématu „alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin“

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (k tématu alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin mám dostatek materiálů pro výuku)	22	4,36%
B (k tématu alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin nemám dostatek materiálů pro výuku)	483	95,64%



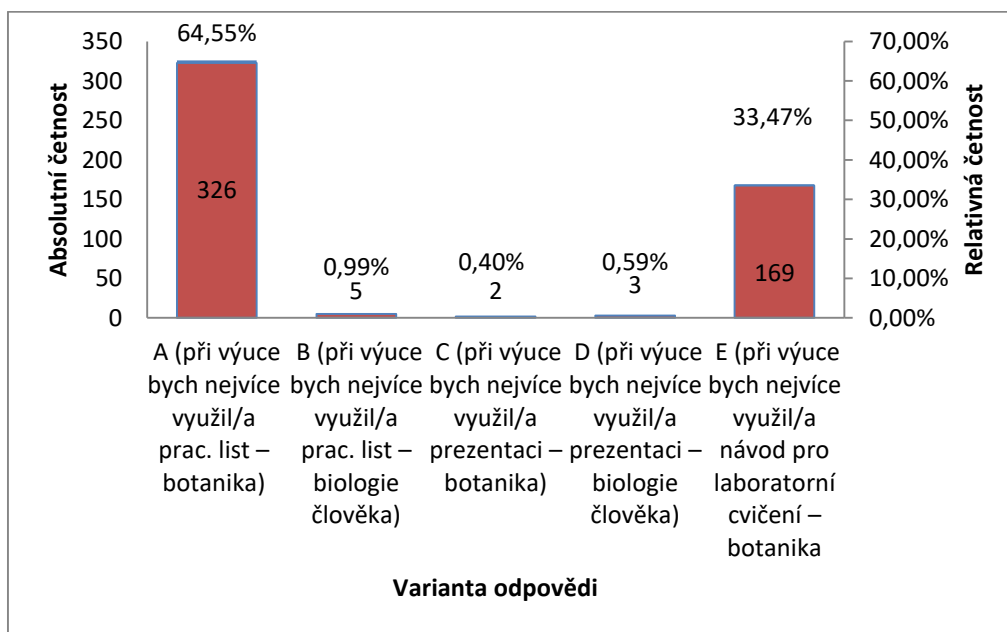
Graf 7: Dostatek materiálů pro výuku tématu „alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin“

Z výše uvedeného grafu 7 vyplývá, že odpověď B) si vybralo 483 učitelů (tj. 95,64 %) a odpovídali na otázku odpovědí Ne, tedy že nemají k tématu „alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin“ dostatek materiálů pro výuku. Druhou možnost, tedy odpověď, že mají pro výuku dostatek materiálů na téma „alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin“ si zvolilo pouze 22 učitelů (tj. 4,36 %).

U poslední otázky č. 8 „**Zaškrtněte, co byste při výuce nejvíce využil(a).**“ Učitelé gymnázií mohli vybírat z těchto možností: A) Pracovní list – botanika, B) Pracovní list – biologie člověka, C) Prezentaci – botanika, D) Prezentaci – biologie člověka, E) Návod pro laboratorní cvičení – botanika. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 11, grafu 8.

Tabulka 11 – Využití nových učebních materiálů pro výuku tématu „alergenních rostlin a pylů vybraných alergenních rostlin“

Odpověď	Absolutní četnost (N)	Relativní četnost (%)
A (při výuce bych nejvíce využil/a prac. list – botanika)	326	64,55%
B (při výuce bych nejvíce využil/a prac. list – biologie člověka)	5	0,99%
C (při výuce bych nejvíce využil/a prezentaci – botanika)	2	0,40%
D (při výuce bych nejvíce využil/a prezentaci – biologie člověka)	3	0,59%
E (při výuce bych nejvíce využil/a návod pro laboratorní cvičení – botanika)	169	33,47%



Graf 8: Využití nových učebních materiálů pro výuku tématu „alergenních rostlin a pylů vybraných alergenních rostlin“

Graf 8 znázorňuje, že nejčastější odpovědí byla varianta A) a tu si zvolilo celkem 326 respondentů (tj. 64,55 %) tedy nejvíce by při výuce učitelé využili Pracovní list - botanika, dále si vybralo odpověď E) celkem 169 pedagogů, (tj. 33,47 %) a tedy Návod pro laboratorní cvičení – botanika. Variantu B), Pracovní list – biologie člověka zaškrtnulo celkem 5 učitelů, tedy (0,99 %), možnost C), Prezentaci - botanika si zvolili pouze 2 učitelé (tj. 0,40 %) a variantu D) tedy Prezentaci – biologie člověka by pro výuku ocenili celkem 3 dotazovaní, (tj. 0,59 %) z celkového počtu vyplněných dotazníků, tedy 505 (tj. 100 %).

6.4 Zhodnocení hypotéz

Hypotéza H_1 : se mi potvrdila a můj předpoklad, že nejvíce vyučovaná problematika z nabízených možností jsou, alergie byl správný.

Hypotéza H_2 : se mi nepotvrdila, neboť nejvíce odpovědí na dotazovanou otázku bylo, že učitelé téma „pyly alergenních rostlin“ vůbec ve svých hodinách biologie nevyučují.

Hypotéza H_3 : se mi potvrdila, a můj předpoklad, že více učitelů do laboratorních cvičení z botaniky problematiku pozorování pylových zrn nezařazuje, by tímto správný.

Hypotéza H_4 : se mi potvrdila, protože jsem správně odhadla, že k tématu alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin pro výuku botaniky na gymnáziích, nemají vyučující dostatek vhodných materiálů.

Hypotéza H_5 : se mi částečně potvrdila, neboť jsem správně odhadla, že nejvíce učitelů by využilo při výuce řešené tematiky pracovní list pro botaniku, zároveň jsem však nepředpokládala, že druhou velmi častou odpovědí bude využití návodu pro laboratorní cvičení z botaniky.

7 Výukový projekt

7.1 Charakteristika výukového projektového vyučování

Idea projektového vyučování se začala rozvíjet již na počátku 20. století díky americkému představiteli pragmatické pedagogiky J.Deweyovi a W.H.Kilpatrick ho využíval zejména jako prostředek demokratizace a humanizace vyučování a školy. Hluboce ovlivnila reformní hnutí v prvních desetiletích století i školní praxi (podle Skalková, 2007).

Projektové vyučování je forma výuky založená na řešení komplexních teoretických nebo praktických problémů na základě aktivní činnosti žáků. V 70. letech 20. století se projektové vyučování dostalo znovu do popředí a stalo se tak trvalou součástí soudobých inovačních snah. Chce překonávat nedostatky běžného vyučování, především jeho izolovanost, roztržitost vědění, jeho odtrženost od životní praxe, zmechanizování a ztrnulost školní práce, odcizení od zájmu dětí, pamětní a jednostranně kognitivní učení, nízkou motivaci. Nechce však zcela odstranit běžné vyučování. Spíše přináší korektiv k jeho mezerám. Je v současnosti chápáno jako jeho komplementární doplněk, který umožňuje prohlubovat a rozšiřovat kvalitu učení a vyučování (Skalková, 2007).

V koncepčních východiskách se projektové vyučování orientuje především na pojem zkušenosti žáka. Vychází z předpokladu, že předměty získají význam, pokud se včlení do lidských zkušeností. Zkušenosti jsou založeny na aktivním vztahu člověka k přírodnímu nebo společenskému prostředí. V kontextu se životem, který je žákům blízký, vznikají otázky, probouzí se přirozený zájem o pozorování. Jde tak o obohacování a rekonstrukci zkušeností žáků. Nejde však o jakoukoliv zkušenost, či spontánní získávání zkušeností, nýbrž o jejich promýšlení, zpracování, hodnocení. Tato koncepce vychází z předpokladu, že nelze od sebe oddělovat poznání a činnost - práci hlavy a práci rukou. Účast na společné činnosti je nejdůležitější prostředek, který přispívá k vývoji dispozic individua. Rozumí se činnost teoretická i praktická, individuální i sociální. Jde zároveň o takovou činnost, se kterou se děti ztotožňují, kterou používají (podle Skalková, 2007).

Postup při projektovém vyučování podle Jarmily Skalkové lze charakterizovat následujícími momenty:

1. Volí se situace, která představuje pro žáky skutečný problém. Mohou to být situace, které nejsou typicky školní a vycházejí ze životního prostředí žáků, či události, které žáci aktuálně prožívají, problémy, které si sami volí a chtějí je řešit. Při návrzích se akcentuje iniciativa žáků. Často jde o volně formulovanou myšlenku nebo nápad, v diskuzích dále upřesněné (podle Skalková, 1999).
2. Další kroky spočívají v tom, že se s žáky diskutuje plán řešení zvoleného problému. Formulují a zpřesňují se otázky, které jsou řešitelné a které budou skupiny či jednotlivci řešit. Určí se forma výsledku (sdělení, model, výstavka, dokumentace aj.). Těchto diskuzí se účastní všichni žáci, mají možnost projevit svou iniciativu, vyjádřit svou představu, k níž ostatní zaujímají stanovisko. Výsledný plán může být např. ve třídě vyvěšen ve formě plakátu (Skalková, 2007).
3. Rozvíjejí se činnosti vyžadující řešení tohoto problému. Musí být jasno, kdo, jak a co udělá. Skupiny žáků či jednotlivci se věnují řešení svých úkolů. Tato práce svou různorodostí daleko přesahuje činnosti obvyklé při frontální výuce. Žáci například vyhledávají informace, shromažďují potřebný materiál (obrázkové knihy, sborníky, novinové výstřižky), spojují text a obraz (s využitím fotografií, měří, experimentují, organizují exkurze a účastní se jich, vyrábějí různé předměty, sestavují modely, připravují výstavku aj.) (podle Skalková, 2007).
4. Závěr projektu by měl mít formu určitého zveřejnění výsledků práce i zhodnocení práce na projektu. V současnosti, existuje v praxi realizované projektové vyučování, které může mít různý obsah. Někdy se jedná o určité prvky, které je možné uskutečnit v jedné či několika málo vyučovacích hodinách, jindy se tématu věnuje půlden. Drobnější projekty se realizují v rámci jednotlivých předmětů, širší umožňují překonání hranice jednotlivých předmětů. Vždy se však v jejich pojetí projevuje snaha propojit obsah se životem, takže přesahují „vypreparované“ pohledy školního učení. Za nejrozvinutější formu je pokládán úplný organizovaný projekt např. v tzv. projektovém týdnu, který je uskutečňován obvykle jednou za rok (podle Skalková, 2007).

7.2 Metodika práce s výukovým projektem

Praktickou částí diplomové práce bylo vytvoření výukového projektu pro výuku botaniky formou didaktických pomůcek pro pedagogy biologie na gymnáziích. Tato část práce byla vytvořena na základě výsledků dotazníkového šetření u učitelů biologie na gymnáziích, detailně popsáno v kapitole 6.

V rámci praktické části diplomové práce jsem vytvořila didaktické materiály (pracovní list, návod na laboratorní cvičení, online kurz, vše tematicky zaměřeno na mnou řešenou problematiku. Výukové materiály jsou určené pro studenty kvint víceletých gymnázií k procvičení svých znalostí probrané látky, či pro jejich učitele, kteří je mohou využít v průběhu probírané látky, k procvičení, či k otestování znalostí studentů. Jednotlivé výukové materiály jsou vždy na začátku metodicky uvedeny – výukové cíle, možnosti zařazení do výuky, rozvoji kompetencí studentů při plnění daného úkolu a časové náročnosti.

První částí projektu je pracovní list na téma Květ, opylení, oplození. Tento pracovní list byl vytvořen jako pomůcka k výuce nového nebo k procvičení již učiva probraného. Vzhledem k různým typům úkolů jako je doplňování pojmů do připraveného textu, popisování obrázků, spojování pojmů, které k sobě logicky patří, vysvětlování pojmů či řazení definovaných vět může pracovní list, nebo jakákoli jeho část, sloužit k prověření probraného učiva, tedy i k písemnému zkoušení. Součástí projektu je správné řešení pracovního listu v podobě přílohy 1.

Druhou částí projektu je návod pro laboratorní cvičení z biologie rostlin zaměřený na téma mikroskopické pozorování pylových zrn vybraných alergenních rostlin. Návod pro laboratorní cvičení je určen pro studenty, konkrétně kvintány a mělo by být vhodným doplněním probírané látky z botaniky. Vhodné je se studenty toto laboratorní cvičení provádět v období jara, kdy kvete velké množství stromů či bylin a je tak možné studentům nechat vytvořit a pozorovat velké množství dočasných preparátů pylových zrn. Součástí této podkapitoly je návod na laboratorní cvičení pro studenty a ukázka vypracovaného

laboratorního protokolu jedním ze studentů kvinty B. Uveden je v příloze 2.

Třetí částí projektu je e-learningový materiál určený studentům či učitelům středních škol, vytvořený pomocí uuCourseKit na platformě Plus4U. UuCourseKit je online vzdělávací aplikace, která je významným pomocníkem v procesu učení. Studenty motivuje ke vzdělávání a ti se s její pomocí systematicky učí. Získané vědomosti si díky ní opakují, procvičují a testují. Aplikaci uuCourseKit lze pustit kdykoli a odkudkoli - z chytrého telefonu, tabletu nebo počítače, na kterém běží internetový prohlížeč. Aplikace funguje výhradně v online režimu, bez stahování a instalací, stačí se přihlásit k účtu ve službě Plus4U. Kurz lze tedy využívat během výuky ve školách, při samostudiu i domácím vzdělávání. Kurz je rozčleněn do jednotlivých bloků, témat a lekcí, jejichž součástí jsou výukové kartičky a související otázky. K celé lekci a jejímu zopakování je pak systémem vygenerován souhrnný test. Všechny vytvořené otázky a výukové kartičky, včetně správného řešení jsou uvedeny v příloze 3. V příloze 4 je pak ukázáno, jak lze na „chytrých“ zařízeních – notebooku, telefonu studovat online kurz.

7.2.1 Metodika pracovního listu pro výuku botaniky – Květ, opylení, oplození

Tato podkapitola je věnována didaktickému materiálu - pracovnímu listu. Obsahuje metodické pokyny, jak ho je možné využít. Pracovní list je určen především pro učitele gymnázií probírající se studenty témata z botaniky a to především témata květ, květenství, opylení a oplození rostlin či se zmiňuje o pylovém zrně. Byl záměrně sestaven z různých didaktických metod, jako je doplňování pojmů, logické řazení, spojování či definování pojmů. Pracovní list tak lze využít jak během výkladu zmíněných témat, či jako písemné prověření znalostí probrané problematiky. Tuto didaktickou pomůcku lze použít jako celek, nebo i dle potřeby učitele jeho jednotlivé části. Pracovní list může posloužit i jako nástroj k prověření zpětné vazby v rámci opakování učiva před písemným či ústním zkoušením.

Téma: Květ, opylení, oplození

Časová náročnost: 1 vyučovací hodnota - 45 minut (30 min. vyplnění pracovního listu, 10

min. kontrola, dotazy)

Zařazení do výuky: pracovní list může sloužit jako pomůcka při výuce nově probírané látky – organologii – květ, či při vysvětlování procesů opylení a oplození ve výuce botaniky, jako opakování a shrnutí po probrání daného tématu či jako písemné prověření probraného tématu.

Výukové cíle:

1. Student získá teoretické znalosti o probírané látce – květ, opylení, oplození.
2. Student je schopen vyplnit jednotlivé části pracovního listu.
3. Student je schopen doplnit chybějící slova v textu.
4. Student je schopen popsat příslušné obrázky.
5. Student je schopen spojit uvedené související pojmy.
6. Student je schopen vysvětlit dotazované pojmy.

Rozvíjené kompetence:

1. Kompetence k učení – student třídí a vyhledává informace.
2. Kompetence k řešení problémů – student rozpozná a pochopí problém, student si prakticky vyzkouší a ověří správnost řešení problému.
3. Kompetence komunikativní – student formuluje své myšlenky v logickém sledu.
4. Komunikace sociální a personální – student spolupracuje ve skupině.

Pojmy: Květ, opylení, oplození.

Průběh hodiny:

1. Příklad použití pracovního listu jako pomůcky při výuce nově probírané látky – organologii rostlin v botanice – květ, či při vysvětlování procesů opylení a oplození.
2. Příklad použití pracovního listu jako opakování a shrnutí po probrání daného tématu.
3. Příklad použití pracovního listu jako písemné prověření zkoušeného tématu.

Pro všechny výše uvedené případy použití může být pracovní list využit jako celek, nebo mohou být použity jen jeho jednotlivé části.

V 1. případě použití, studenti pracují nejprve samostatně, mohou využívat učebnice (využití práce s textem), či své poznámky a poté je řešení kontrolováno společně a nahlas jsou zodpovídány jednotlivé správné odpovědi.

V 2. případě použití, studenti pracují nejprve samostatně, ověřují si tak své dosažené vědomosti z probrané problematiky a poté je řešení kontrolováno společně a nahlas jsou studentům sděleny jednotlivé správné odpovědi. Tato varianta by měla studentům a učitelům zprostředkovat zpětnou vazbu o probraném tématu formou opakování.

Ve 3. případě použití, je studentům zadán pracovní list nebo jeho konkrétní část jako samostatná práce, je zmíněn přesný čas na vypracování a poté je buď písemné prověření kontrolováno druhým studentem (studenti si práci navzájem vymění), nebo jsou vypracované listy sebrány, studentům je pomocí diskuze sděleno správné řešení a následující vyučovací hodinu jsou opravené pracovní listy studentům přineseny zpět. Učitel nesmí porušit didaktickou zásadu – nezkoušíme, co jsme neučili.

7.2.1.1 Navržený pracovní list

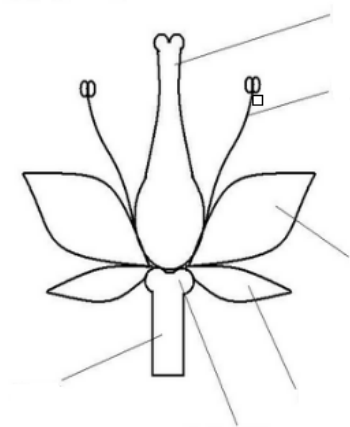
Pracovní list pro gymnázia k procvičení učiva – Květ, opylení, oplození

Jméno: _____

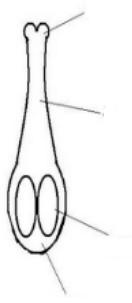
1. Dopln chybějící pojmy v textu:

Květ je specializovaný soubor vlastních a pomocnýchorgánů, který zajišťuje a usnadňujerozmnožování krytosemenných rostlin. Části květu, umístěné nalůžku bývají volné nebo Můžeme je rozdělit na květní , které se přímona rozmnožování a na vlastníorgány květu – a Květní obaly jsou zpravidla a tvarově rozlišeny v..... a většinou zelený (květy různooobalné). Pokud květy rozlišeny takto nejsou, pak se jedná o tzv.(květy stejnoobalné). Květy, které zcela květní obaly postrádají, se nazývají..... .

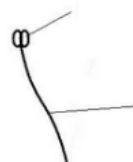
2. Popiš jednotlivé části květu obr. 1, u obr. 2 a 3 a k jednotlivým číslům obrázků uveď, jaký květní orgán je nakreslen, následně popiš jednotlivé části:



obr.1



obr. 2



obr. 3

3. Spoj pojmy, které k sobě patří:

pestík	samčí pohlavní orgán
tyčinka	soubor všech tyčinek v jednom květu
blizna	v květním vzorci je označována písmenem C
koruna	vrcholová, lepkavá a různě tvarovaná část pestíku
andreceum	samičí pohlavní orgán

4. Vysvětli pojmy:

a) dvoudomá rostlina:

.....
.....

b) jednodomá rostlina:

.....
.....

c) oboupohlavné rostliny

.....
.....

d) jednopohlavné rostliny:

.....
.....

5. Jaký děj je uveden v níže uvedené větě:

Proces, při kterém dochází k přenesení pylového zrna na samičí část květu, se nazývá..... .

6. Seřaď správné pořadí vět:

- a) Pylové zrna klíčí v pylovou láčku.
- b) Vaječná buňka se po oplození mění v zygotu.
- c) Na vrcholovou, lepkavou část pestíku se uchytí pylové zrna.
- d) V pylové láčce se postupně diferencuje buňka láčková (vegetativní) a dvě spermatické buňky (samčí gamety).
- e) Zygota se vyvíjí v zárodek (embryo).

7. Dopln chybějící pojmy:

Přenos pylu se uskutečňuje několika způsoby, opylení vlastním pylem se označuje jako neboli (.....), které je u rostlin méně časté. Obvyklejší je tzv., , neboli (.....), tj. opylení cizím pylem. Další způsob a nejčastější je opylení hmyzem (.....), větrem (.....), zřídka pomocí(*hydrogamie*). Životaschopnost pylových zrn je časově omezena, od několika až několik

7.2.2 Metodika laboratorního cvičení z biologie rostlin – Mikroskopické pozorování pylových zrn

Následující podkapitola obsahuje metodické pokyny k vytvořenému návodu na laboratorní cvičení – Mikroskopické pozorování pylových zrn. Tato didaktická pomůcka je určena pro učitele gymnázií pro laboratorní cvičení z biologie rostlin se zaměřením na témata květ, květenství, pyl, pylové zrno. Studenti si díky zařazení laboratorního cvičení do probírané teorie mohou prohlédnout pod mikroskopem, jak vypadají tyčinky květu či pylové zrno, kde je uloženo. Jde tak především o propojení teoretických znalostí s praktickou dovedností studentů – rozvoj kompetence k učení. O vybrané alergenní rostlině si pomocí odborných knih zjistí potřebné informace a tím se učí hledat v odborných publikacích, čímž je podporována kompetence k řešení problémů a vše je doplněno o rozvoj kompetence sociální a personální, neboť student pracuje v 2 členné skupině.

Téma: Mikroskopické pozorování pylových zrn.

Časová náročnost: 1 vyučovací hodnota - 45 minut

Zařazení do výuky: Ideální zařazení by bylo v průběhu učiva biologie rostlin – organologie – květ, pylová zrna případně v biologii člověka – astma, alergie, alergeny jako doplnění výuky. Praktická ukázka by měla přispět k propojení teoretických znalostí s praktickými dovednostmi.

Výukové cíle:

1. Student zvládne připravit dočasný preparát.
2. Student je schopen pracovat s mikroskopem a mikroskopickými pomůckami.
3. Student dokáže vypracovat laboratorní protokol.
4. Student zakreslí pozorované pylové zrno.
5. Student propojuje teoretické a praktické znalosti.

Rozvíjené kompetence:

1. Kompetence k učení – student propojí teoretické znalosti s praktickými dovednostmi.
2. Kompetence k řešení problémů – student rozpozná a pochopí danou problematiku, student si prakticky vyzkouší řešení zadaných úkolů.
3. Kompetence komunikativní – student formuluje své myšlenky do výstupu práce v podobě laboratorního protokolu.
4. Komunikace sociální a personální – student efektivně spolupracuje ve skupině.

Pojmy: Pylové zrno, alergie, alergeny, alergenní rostliny.

Mezipředmětové vztahy: Výchova ke zdraví

Pomůcky: Mikroskop, pinzeta, nůžky, podložní sklíčko, krycí sklíčko, kapátko, atlas rostlin.

Přírodniny: Květy alergenních rostlin (lilie, brukey řepka olejka, slunečnice roční, tykev obecná..)

Pojmy: Pylové zrno, vnitřní buněčná stěna, vnější buněčná stěna, tyčinka, prašík, nitka.

Průběh hodiny:

1. Na začátku hodiny zopakujeme probírané téma, zopakujeme klíčové pojmy.
Pokládáme otázky týkající se klíčových pojmů a studenti na ně v rychlosti odpovídají.
2. Studentům je rozdáno zadání laboratorního cvičení. Studenty upozorníme na přečtení teorie k úloze na zadání laboratorního cvičení před začátkem práce.
3. Vzhledem k práci s případnými rostlinnými alergeny a k možnému výskytu alergiků na pyly rostlin mezi studenty by měl učitel před zahájením laboratorního cvičení udělat průzkum, díky kterému zjistí, zda se ve třídě nenachází student alergický na pyly rostlin. V případě, že je některý student na pyl rostlin alergický, je z laboratorního cvičení buď zcela vyloučen a je mu poskytnuto náhradní zadání (jiné laboratorní cvičení, vyplnění pracovního listu či e-learningový online kurz na stejné téma jako je laboratorní cvičení), nebo je zajištěno, aby nepracoval v blízkosti jím uvedeného alergenu. Obecně je dodržována bezpečnost pro všechny studenty („nealergiky“ nebo ty, kteří alergii nemají prokázanou) pomocí otevřených oken
4. Studenty vyzveme, aby si připravili všechny potřebné pomůcky, vyberou si z možností mikroskopovaných materiálů a rozdělí se do skupin.
5. Se studenty projdeme, jak budou při tvorbě dočasného preparátu postupovat.
6. Studenti si ve skupinách vytvoří dočasný preparát alespoň 2 vybraných pylových zrn alergenních rostlin a podle návodu laboratorního cvičení vše postupně vypracují do laboratorního protokolu, který doplní o nákres pozorovaných pylových zrn vybraných alergenních rostlin. Upozorníme je na to, aby nezapomněli uvést zvětšení.
7. Následuje reflexe hodiny – učitel se studenty zhodnotí proběhlé laboratorní cvičení.
8. Všechny zjištěné poznatky studenti shrnou v závěru laboratorního protokolu.

7.2.2.1 Návod pro laboratorní cvičení z biologie rostlin – mikroskopické pozorování pylových zrn vybraných alergenních rostlin

Návod pro laboratorní cvičení z biologie rostlin – Mikroskopické pozorování pylových zrn

Datum:

Téma:

Úkol č. 1: Vyber si alespoň 2 alergenní rostliny, které zařad' do systému (název rostliny, říše, podříše, oddělení, třída, čeleď'.

Úkol č. 2: Nakresli a popiš rostlinnou tyčinku a popiš její jednotlivé části.

Úkol č. 3: Vytvoř si dočasný preparát pylových zrn alespoň 2 vybraných alergenních rostlin, ty pozoruj pod mikroskopem a pozorovaná pylová zrna zakresli do protokolu a vše stručně shrň v závěru.

Pomůcky:

Postup práce:

Vypracování:

Úkol č.1:

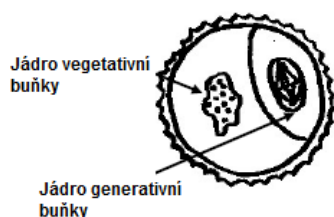
Úkol č.2:

Úkol č.3:

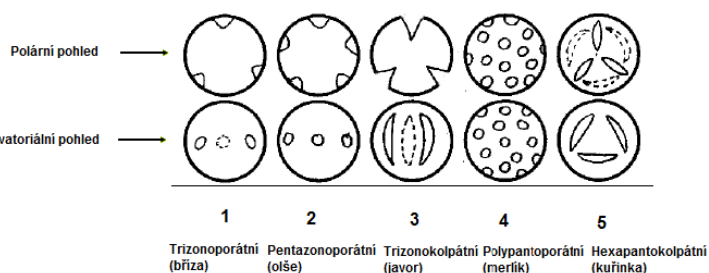
Závěr:

Teorie k úloze: Pylové zrno (*pollinium = mikrospóra*), obr. 1, je haploidní buňka vznikající redukčním dělením buněk *archespóru*. Vnější buněčná stěna je označována jako *exina*, často je různě tvarována (u hmyzosprašných rostlin lepkavá s výčnělky, u větrosprašných suchá, hladká, nebi nafouklá ve vzdušné váčky). Vnitřní buněčná stěna se nazývá *intina*. Po vzniku jsou pylová zrna, obr. 2, jednotlivá, nebo zůstávají ve dvojících či ve čtveřicích. Brylkou označujeme slepená pylová zrnka celého prašného pouzdra v jediný útvar. Pylová láčka (*sypho*) je vyklíčená část pylového zrna, která proniká do vajíčka a obsahuje spermatické buňky. (Podle Dostál, 2008).

obr. 1



obr. 2



7.3 E - learning

Charakteristika e-learningu zahrnuje jak teorii, tak i jakýkoliv vzdělávací proces s různým stupněm intencionality, ve kterém jsou používány digitální technologie. Způsob využívání digitálních technologií, neboli ICT (všechny informační a komunikační technologie, které umožňují práci s daty v elektronické – digitální podobě) a dostupnost učebních materiálů jsou závislé především na vzdělávacích cílech a obsahu, charakteru vzdělávacího prostředí, etických principech, potřebách i možnostech aktérů vzdělávacího procesu. E-learning zahrnuje jak vzdělávání, které probíhá online, tak online vzdělání integrované s osobní výukou (podle Zounek, Juhaňák, Staudková, Poláček, 2016).

Velkou výhodou e-learningu je bezpochyby možnost usnadnit a zpřístupnit učení i znevýhodněným studentům se specifickými nároky na učení a ti tak mohou studovat různé obory pomocí tzv. asistivních technologií.

V dnešní době mají učitelé ve školách možnost využívání ICT technologií jak v offline , tak i v online režimu. Já se ve své diplomové práci se věnuji formě online pomocí aplikace uuCourseKit. S výukou doplněnou o e-learningové prvky se setkáváme s pojmem blended learning, neboli kombinací online a tradiční výuky.

Blended learning můžeme přeložit jako smíšené vzdělávání, ve kterém se spojují či spíše prolínají prezenční formy a metody výuky s e-learningem či s prvky distančního vzdělávání. Jedná se tedy o integraci elektronických zdrojů a nástrojů do výuky a učení s cílem plně využít potenciál moderních digitálních technologií v synergii s osvědčenými metodami a prostředky používanými v tradiční, prezenční výuce (podle Zounek, Juhaňák, Staudková, Poláček, 2016).

Blended learning je rozdělován do několika modelů:

1. Rotační model – jedná se o vzdělávání, které pracuje s kombinací prezenční a online výuky. Jde o kombinaci online vzdělávání spolu s dalšími prezenčními formami, které však ve výuce dominují (podle Zounek, Juhaňák, Staudková, Poláček, 2016).
2. Flexibilní model, kde online prostředí tvoří hlavní část vzdělávání. Část výuky probíhá běžným frontálním způsobem např. formou přednášek či seminářů, učitel

poskytuje studentům podporu. Obě prostředí mají důležitou roli pro studenta z hlediska procesu učení (podle Zounek, Juhaňák, Staudková, Poláček, 2016).

3. Model „volné nabídky“ – jde o kurzy, které probíhají plně v online režimu. Nejde o plně ucelené kurzy, ale o dílčí kurzy, které jsou zvoleny jako doplněk k tradiční výuce, kterou tak zatraktivní (podle Zounek, Juhaňák, Staudková, Poláček, 2016).
4. Obohacený virtuální model – online učení je dominantní, učitel ho zpravidla pouze uvede a studenti pokračují online (podle Zounek, Juhaňák, Staudková, Poláček, 2016).

7.3.1 Metodika e-learningových výukových lekcí

Třetí podkapitola obsahuje metodické pokyny k vytvořenému e-learningovému kurzu. Didaktický materiál obsahuje vytvořené lekce na téma květ, opylení a oplození rostlin, určená buď přímo studentům či jako učební pomůcka učitelům na gymnáziích. E-learningové materiály jsou vytvořeny pomocí uuCourseKit, což je online vzdělávací aplikace, která je významným pomocníkem v procesu učení. Studenty motivuje ke vzdělávání a ti se s její pomocí systematicky učí. Získané vědomosti si díky ní opakují, procvičují a testují. Aplikaci uuCourseKit lze pustit kdykoli a odkudkoli - z chytrého telefonu, tabletu nebo počítače, na kterém běží internetový prohlížeč. Aplikace funguje výhradně v online režimu, bez stahování a instalací, stačí se přihlásit k účtu ve službě Plus4U. Kurz lze tedy využívat během výuky ve školách, při samostudiu i domácím vzdělávání. Kurz je rozčleněn do jednotlivých bloků, témat a lekcí a k nim je pak ze zvolených lekcí vytvořen souhrnný test. Součástí každé lekce jsou výukové kartičky a související otázky. Na závěr po vystudování daného celku student plní závěrečný opakovací test.

Téma: Květ, opylení, oplození

Časová náročnost: 2 vyučovací hodiny- 2x60 minut (30 min. studium kartiček + vyplnění otázek, 10 min. zhodnocení, dotazy), souhrnný test 35 min. + 5 min. zhodnocení a dotazy

Zařazení do výuky: e-learningová část může sloužit jako pomůcka pro učitele biologie na gymnáziu při nově probíraném tématu, pro zopakování probírané látky – organologii – květ, květenství, či při vysvětlování procesů opylení a oplození ve výuce botaniky, jako opakování či shrnutí po probrání daného tématu, případně jako písemné prověření probraného učiva.

Výukové cíle:

1. Student získá teoretické znalosti o probírané látce – květ, opylení, oplození.
2. Student je schopen vyplnit jednotlivé části otázek.
3. Student je schopen doplnit chybějící slova v otázkách.
4. Student je schopen zodpovědět otázku na dané téma, případně rozhodnout, že na ni odpověď nevěděl a může se k ní po čase vrátit.
5. Student je schopen popsat příslušné obrázky (květních orgánů, typů květenství atp.)
6. Student je schopen spojit uvedené související pojmy.
7. Student je schopen vysvětlit dotazované pojmy.
8. Student propojí 2 předměty navzájem – biologie a IVT (biologie znalosti řešené problematiky, IVT znalost informačních technologií).

Rozvíjené kompetence:

1. Kompetence k učení – student třídí a vyhledává informace.
2. Kompetence k řešení problémů – student rozpozná a pochopí problém, student si prakticky vyzkouší a ověří správnost řešení problému. Student umí používat e-metody učení za použití informačních technologií (počítač, chytrý mobilní telefon, tablet).
3. Kompetence komunikativní – student formuluje své myšlenky v logickém sledu.

Pojmy: Květ, opylení, oplození.

Průběh hodiny:

1. Příklad použití online kurzu jako didaktické pomůcky při výuce nově probírané látky – organologii rostlin v botanice – květ, květenství či při vysvětlování procesů opylení a oplození rostlin.
2. Příklad použití online kurzu jako didaktické pomůcky při opakování a shrnutí po probrání daného tématu.
3. Příklad použití pracovního listu jako písemné prověření zkušného tématu.

Pro všechny výše uvedené případy použití může být online kurz využit jako celek, nebo mohou být použity jen jeho jednotlivé části, což hodnotím jako velkou výhodu. Učitel si může zvolit daný úsek online kurzu, tedy daná témata, která mohou studenti procházet a pak je z nich tvořen i závěrečný opakovací test.

V 1. případě použití online kurzu jako didaktické pomůcky při výuce nově probírané látky – organologii rostlin v botanice – květ, květenství či při vysvětlování procesů opylení a oplození – studenti jsou seznámeni se základními pravidly s prací na počítačích či tabletech ve škole, jsou vyřešeny způsoby přihlášení do daného kurzu a je objasněno vše ohledně online kurzu (kurz je složen z výukových kartiček a otázek, studenti jsou seznámeni jak s kartičkami pracovat a s podmínkami úspěšného splnění kurzu – motivovat studenty lze např. při úspěšném splnění daného kurzu známkou „jedničkou“ či jinak dle uvážení a zvyklostí učitele). Studenti mohou pracovat jak samostatně, tak i ve skupinkách např. po dvou. Tím, že kurz ukazuje vždy i správná řešení, není třeba pak se studenty jednotlivě procházet, pouze nabídnout studentům ke konci hodiny prostor pro případné dotazy a nejasnosti.

V 2. případě použití, jako didaktické pomůcky při opakování a shrnutí po probrání daného tématu, studenti pracují samostatně, ověřují si tak své dosažené vědomosti z probrané problematiky. Tato varianta by měla studentům a učiteli zprostředkovat zpětnou vazbu o

probraném tématu formou opakování. Je vhodné si nechat prostor pro případné dotazy.

Ve 3. případě použití, tedy případ online kurzu jako písemné prověření zkoušeného tématu, je studentům zadán online kurz místo písemného zkoušení, je zmíněn přesný čas na vypracování a poté studenti samostatně vypracovávají na tabletu či počítači online kurz, nebo učitelem vybranou část. Učitel nesmí porušit didaktickou zásadu – nezkoušíme, co jsme neučili. Po dokončení učitel zjistí úspěšnost daného studenta a práci mu oznámkuje.

7.3.1.1 E-learningové lekce na téma: Květ, opylení, oplození, květenství

Pomocí aplikace uuCourseKit jsem pro účely diplomové práce vytvořila celkem čtyři lekce. Dvě lekce na téma květ a jednu lekci věnovanou tématu opylení a oplození rostlin, jehož součástí je i pylové zrno. V neposlední řadě byla vytvořena také jedna lekce zabývající se tématem květenství. Témata květ, opylení a oplození rostlin a také květenství jsou součástí většího celku nazvaného generativní orgány rostlin. Uvedené lekce jsou součástí celku anatomie a morfologie rostlin.

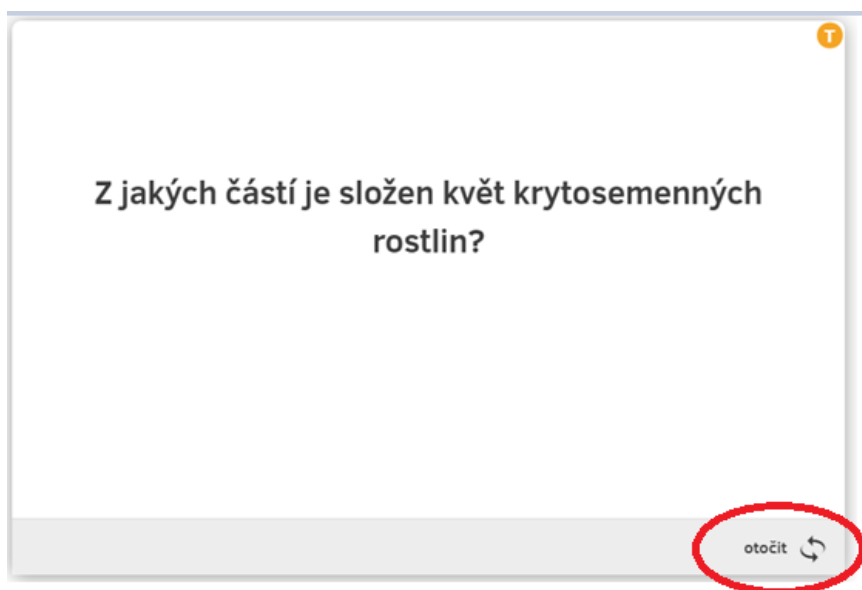
Každá lekce je složena z výukových kartiček a otázek (ukázka výukové kartičky je uvedena pod touto kapitolou na obr. 75-80). Na každé kartičce je formou otázky položen dotaz. Po kliknutí na ikonu „otočit“ se kartička otočí a je zobrazena správná odpověď na otázku. Student se sám kliknutím na tlačítko „věděl jsem“ či „nevěděl jsem“ ohodnotí, zda odpověď věděl, či nikoli, ukázka je níže na obr. 75. Stejně jako s kartičkou se pracuje s otázkou, která je položena studentovi a ten vybírá z různých typů didaktických otázek. Ukázka otázky včetně zvolení správné a špatné varianty a výsledku je ukázáno na obr. 77-80, uvedených pod touto kapitolou. Pokud je otázka zodpovězena špatně, je uvedena správná odpověď. Pokud je však zodpovězena otázka správně, je v horní části ještě navíc uvedena doplňková, rozšiřující informace vztahující se k dané otázce. Rozšiřující informace je v horní části uvedena i u výsledku.

Lekce je splněna úspěšně, pokud student správně zodpoví požadované množství otázek. Ke studiu lekce se lze vrátit a její obsah si zopakovat. Po prostudování kartiček k danému

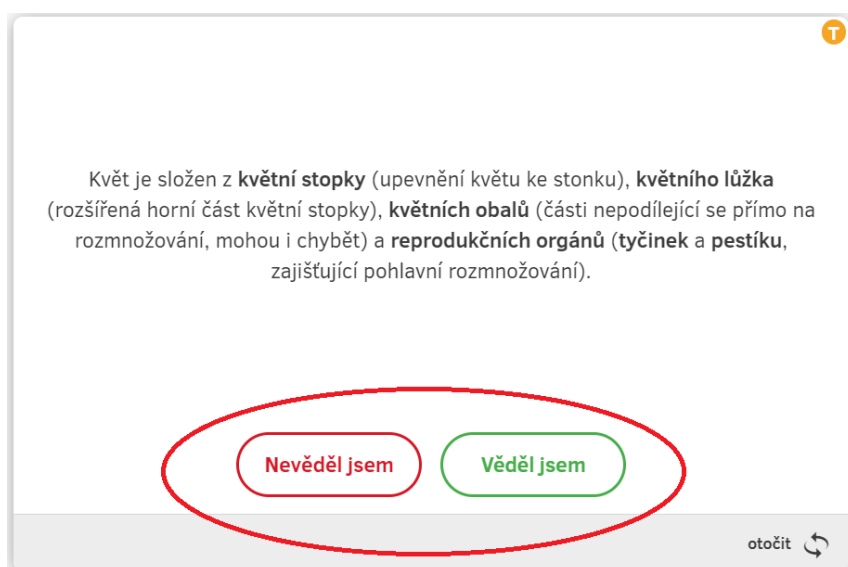
tématu následuje tzv. cvičení, kde si student procvičí vybrané otázky z celého tématu, přičemž je naplněno ze 70 % otázkami, které během svého studia odpověděl špatně. Ve cvičeních se již neobjevují výukové kartičky. V uuCourseKitu si lze zvolit i variantu cvičení složeného pouze z otázek, které student nevěděl a může si je zkusit zodpovědět znovu.

V lekcích k tématu květ bylo vytvořeno celkem 7 výukových kartiček a 12 otázek. V lekci na téma opylení a oplození rostlin byly vytvořeny 2 kartičky a 7 otázek a v rámci lekce na téma květenství byly vytvořeny celkem 2 výukové kartičky a 4 otázky. Součástí celku je pak souhrnný test, který systém vygeneruje po vystudování celého zvoleného úseku. Z čeho se vygeneruje souhrnný test, si učitel může nastavit a vybrat pouze dané lekce. Úspěšné složení testu je definováno běžně spodní hranicí 60%, ale v případě potřeby lze tuto hranice také nastavit. Během studia daného tématu je pomocí informačního okna student informován o svém průměrném hodnocení, kolik % ze studovaného kurzu má již splněno a po vyplnění závěrečného testu je vygenerován výsledek včetně % hodnocení a certifikátu o splnění daného celku.

Kompletní přehled všech vytvořených výukových kartiček a otázek, včetně správných odpovědí, jsou součástí přílohy 3.



Obr. 75: Ukázka výukové kartičky (1. strana)



Obr. 76: : Ukázka výukové kartičky (2. strana)

Je dané tvrzení pravdivé?

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ne

Ano

Obr. 77: Ukázka zadání otázky

Máš to dobře!

Mezi dvoudomé rostliny patří například kopřiva dvoudomá, či rakytník řešetlákový.

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ne

Ano

Obr. 78: Ukázka výběru správné odpovědi

To se nepovedlo...

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ne

Ano

Obr. 79: Ukázka výběru chybné odpovědi

Správná odpověď je:

Mezi dvoudomé rostliny patří například kopřiva dvoudomá, či rakytník řešetlákový.

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ne

Ano

Obr. 80: Ukázka správného řešení otázky

7.4 Praktické ověření

Na základě výsledků dotazníkového šetření u učitelů gymnázií jsem vypracovala učební materiály ve formě pracovního listu – pro výuku biologie rostlin, vytvořila jsem návod na laboratorní cvičení z biologie rostlin pro řešenou tematiku a byl vytvořen e-learningový kurz na mnou řešené téma. Vypracované materiály jsem si ověřila v praxi na Gymnáziu Bohumila Hrabala v Nymburce u paralelních tříd kvinty A a kvinty B.

Vytvořený pracovní list jsem si ověřila u tříd kvinty A a kvinty B. Z celkového počtu 62 studentů kvint (36 chlapců, 26 dívek) jsem předložila k vypracování o hodině biologie rostlin mnou navržený pracovní list celkem 58 studentům (32 chlapcům, 26 dívkám), 4 studenti nebyli o hodinách biologie přítomni. Ukázka vyplněného pracovního listu jednou studentkou z třídy kvinty B je na obrázcích v příloze 1. Příjmení studentky, která mi zapůjčila k vyfocení vyplněného pracovního listu, bylo záměrně při focení přikryto. Pracovní list vyučující posloužil jako rekapitulace probrané látky a příprava na následující zkoušení.

Při laboratorních cvičeních s třídou kvintou B s celkem 32 studenty (s 15 dívkami a 17 chlapci) jsem si ověřila a vyzkoušela laboratorní cvičení, které posloužilo jako ukončení probírané látky a studenti si tak vyzkoušeli vytvoření dočasných preparátů z pylu vybraných alergenních rostlin a propojili tak své teoretické vědomosti s praktickými dovednostmi. Ukázky vyplněného laboratorního protokolu jsou součástí přílohy, konkrétně jako příloha 2. Před začátkem laboratorního cvičení bylo provedeno šetření, zda studenti nemají prokázanou alergii na pyl rostlin. Bylo zjištěno, že celkem 2 chlapci a 1 dívka mají polinózu prokázanou. Dále bylo zjištěno, že všichni studenti s danou alergií však mají alergii na pyly jarních stromů, tedy s pylem, se kterým se v tomto laboratorním cvičení nepracovalo. Z preventivních důvodů byla otevřena okna a jak alergičtí, tak i ostatní studenti byli poučeni, že v případě sebemenších problémů týkající se alergie učitelé ihned nahlásí. Celé laboratorní cvičení proběhlo v poklidu, k žádné zdravotní komplikaci nedošlo.

K praktickému ověření vytvořeného e-learningového kurzu jsem na dvou paralelních třídách kvint po probrání stejného tematického celku porovnála úspěšnost řešení e-learningového testu (kvinta A) a testu se zcela stejnými otázkami v papírové podobě (kvinta B). Zjistila jsem, že e-learningový test (kvinta A) splnila s průměrnou známkou 1,9

odpovídající úspěšnosti 77,5 % a stejný test v papírové podobě (kvinta B) splnila s průměrnou známkou 2,2 tedy s úspěšností 70,0%. Lepší výsledky o 3 desetiny, odpovídající rozdílu 7,5 % v úspěšnosti, což přisuzuji pro studenty poutavější formě e-learningového testu než je klasický papírový test. Téměř většina studentů se při diskuzi na téma e-test versus klasická papírová forma testu shodla na tom, že je pro ně mnohem zajímavější a zároveň pro část z nich i jednodušší forma e-learningového testu než běžný test v papírové podobě. Celý e-learningový kurz je celkem rozdělený do 4 lekcí (Květ I, Květ II, Opylení, oplození a Květenství). Všechny výukové kartičky, otázky včetně správných odpovědí jsou uvedeny v příloze 3.

8 Diskuse

Svou diplomovou práci na téma Pyly alergenních rostlin a jejich využití ve výuce biologie na gymnáziích jsem rozdělila do dvou větších celků – teoretické části, kde popisují obecně alergie, důraz kladu především na alergii pylovou, způsobující polinózu, její definici a klasifikaci. S tím úzce souvisí fyziologická funkce nosu, kterou porovnávám s funkcí patologickou. Dále se krátce zmiňuji o diagnostice a léčbě pylové alergie. Poslední teoretickou částí je popis květu jako zdroje alergenu.

Druhá, praktická část práce je věnována přehledu alergenních rostlin způsobujících polinózu. Následuje část, ve které jsem prošla a zhodnotila kurikulární dokumenty pro výuku biologie na gymnáziích, z hlediska výskytu řešené problematiky. Tuto kapitolu jsem dále rozdělila na dvě podkapitoly. První se zabývá zhodnocením témat „pylů a pylových alergenů“ v učebnicích určených pro gymnázia. Zhodnocení dostupných učebnic biologie pro gymnázia jsem provedla, zaměřila jsem se na to, zda daná učebnice obsahuje zmínku o řešené problematice, konkrétně jsem si všímala pojmů - pylové zrno, astma, alergie, alergen, pylový alergen, alergenní rostliny. Výsledky jsem zaznamenala do tabulky 2, ve které je vše detailně uvedeno (název, jméno autora, nakladatelství a rok vydání učebnice, kapitolu s tématem, a zmínku, kde se příslušný pojem vyskytuje spolu s konkrétní stranou, na které je konkrétní termín vztahující se k řešené problematice uveden). Druhá podkapitola týkající se zhodnocení kurikulárních dokumentů týkajících se gymnázií byla věnovaná zhodnocení tématu „pylů a pylových alergenů“ v rámci Rámcově vzdělávacího programu pro gymnázia. Při analýze dokumentu RVP G, ve kterém jsem hledala, zda se některé z průřezových témat zmiňuje o pylech, pylových zrnech, alergenních rostlinách, pylových alergenech či alergiích byla následně vytvořena tabulka 3, obsahující celkem tři sloupce, konkrétně průřezové téma, zmínku a kapitolu. Zjistila jsem, že průřezové téma Environmentální výchova v rámci RVP G neobsahuje žádnou kapitolu obsahující hledané zmínky, konkrétně týkající se pylu rostlin, pylových zrn, alergenů, alergenních rostlin, ani alergií. Totéž jsem zjistila i pro druhé průřezové téma, tedy Výchovu ke zdraví, která také neuvádí žádný z výše definovaných

pojmu.

Další kapitolou z části praktické byl vlastní výzkum – tedy dotazníkové šetření u pedagogů gymnázií. K výzkumu jsem zvolila metodu dotazování, technikou dotazníku (kvalitativní). Cílem bylo zjištění, zda mají učitelé gymnázií pro svou výuku biologie dostatek učebních materiálů. Dotazník byl sestaven, zkonzultován s vedoucí práce a následně byl částečně rozeslán prostřednictvím e-mailu na adresy ředitelů gymnázií s průvodním dopisem a prosbou, aby e-mail přeposlali vyučujícím biologie. Částečně jsem dotazník předávala osobně nebo prostřednictvím známých, kteří učí na mnou vytipovaných školách, případně na příslušných školách studují a o vyplnění poprosili své vyučující. Kompletní znění všech otázek a počet odpovědí na jednotlivé varianty včetně doplnění % je zpracováno v kapitole 6. Během dotazníkového šetření bylo celkem rozdáno nebo rozposláno 1468 (100%) dotazníků, z kterých bylo vráceno 507 (tj. 34,54%) a 2 dotazníky byly z důvodu chybného vyplnění vyřazeny. Ke konečné analýze jsem použila tedy 505 vyplněných dotazníků odpovídajících 34,40 %. Výsledky šetření jsem zpracovala pomocí programu MS Office Wordu do jednotlivých tabulek a pro vytvoření grafů jsem použila MS Excel. Na základě dotazníkového šetření jsem si stanovila hypotézy, které se mi z části potvrdily, z části ne, detailně jsem tyto hypotézy popsala v kapitole 6.4. Zhodnocení hypotéz. Nedílnou součástí mé práce je výukový projekt jako didaktická pomůcka určena především pro učitele biologie na gymnáziích skládající se ze tří částí – pracovního listu, návodu na laboratorní cvičení a e-learningového online kurzu, které byly vytvořeny na základě šetření mezi pedagogy gymnázií. Pracovní list a online kurz může posloužit jako pomůcka nejen učitelům, ale také studentům, kteří si danou problematiku chtějí procvičit. Obrovskou výhodou online kurzu je i to, že lze spustit na jakémkoli „chytrém“ zařízení počítači, tabletu, ale třeba i na mobilním telefonu kdykoli a kdekoli, třeba v tramvaji při cestě do či ze školy, foto ukázky jsou v příloze 3. Každá didaktická část je doplněna o metodiku s informací o časové náročnosti, doporučení a možnosti využití, které kompetence jsou díky ní rozvíjeny, výukové cíle a návrh průběhu hodiny. Všechny své vytvořené didaktické pomůcky jsem si ověřila v praxi na Gymnáziu Bohumila Hrabala v Nymburce u paralelních tříd kvinty A a kvinty B, při kterém jsem neshledala žádné problémy či nedostatky.

9 Závěr

Práci s tématem zabývajícím se problematikou pylu a pylové alergie jsem si zvolila jako navázání a prohloubení mé bakalářské práce na téma Alergenní rostliny. Tato problematika mě zajímá, nejen proto, že jsem sama polinotik, ale již v bakalářské práci jsem se zabývala výzkumem počtu polinotiků v dětském obvodu MUDr. Štěpánky Novákové. Diplomová práce je tak propojení teoretické části z hlediska pylové alergie a stavby květu rostlin společně se zařazení této problematiky do výuky biologie rostlin, pro kterou podle mne není příliš mnoho didaktických materiálů. Práce se zabývá v teoretické části etiologií alergie, kde je popsán imunitní systém, alergeny, příčiny alergie, faktory alergií ovlivňující a zkřížená alergie. Velký důraz je pak dále kladen v kapitole s názvem pylové alergie, kde popisují fyziologickou funkci nosu, následuje srovnání s patologií při vzniku alergické rýmy, rozdělení alergické rýmy dle daných kritérií včetně diagnostiky a možností léčby a léků pro polinotiky. Větší celek je věnován stavbě květu jako zdroje alergenu. V praktické části se věnuji zmapování rostlin, které polinózu způsobují a jsou doplněny o vytvořený pylový kalendář. Tato kapitola je následována zhodnocením kurikulárních dokumentů pro výuku biologie na gymnáziích z hlediska výskytu řešené problematiky – učebnic pro gymnázia a RVP G. Další, navazující kapitola je věnována vlastnímu výzkumu, dotazníkovému šetření mezi pedagogy gymnázií, na základě kterého vznikla další a velmi důležitá kapitola práce, tedy výukový projekt rozdělený do tří částí – pracovního listu, návodu na laboratorní cvičení a e-learningového kurzu. Všechny tři mnou vytvořené didaktické materiály byly na studentech paralelních tříd kvinty gymnázia v Nymburce ověřeny a mohou tak sloužit pro pedagogy biologie jako vhodná pomůcka již během probírání dané problematiky, po probrání jako opakování a shrnutí daného tématu nebo k písemnému otestování a prověření znalostí studentů. Pracovní list a e-learningový kurz mohou využít během studia dané problematiky také sami studenti, případně po probrání daného tématu si mohou vyzkoušet online kurz, zda jsou jejich znalosti z daného tématu dostatečné a mít tak relevantní zpětnou vazbu. Myslím si, že zařazení online kurzu do výuky biologie je vhodné a přínosné, sama jsem s ním měla velmi dobrou zkušenost, žáky online kurz velice bavil. Navíc při zpětném ohlédnutí za dobou pandemie způsobené nemocí Covid 19, kdy byly zavřeny školy a učitelé

učily buď online formou různých aplikací jako Skype, Zoom atd. by tento online kurz jistě ocenily, to samé si myslím o pracovním listu, který by šel poslat studentům prostřednictvím emailu. E-learning obecně je navíc podle mne vynikající způsob jak zatraktivnit ne příliš oblíbená témata jako např. v mé práci téma květ, květenství, pyl, pylové zrno, opylení či oplození rostlin.

10 Přílohy

10.1 Příloha 1 – Vypracovaný pracovní list (3 strany)

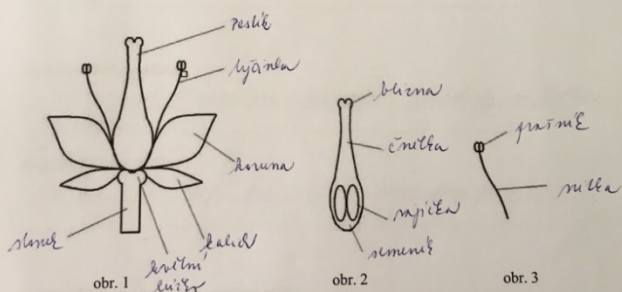
Pracovní list pro gymnázia k procvičení učiva – Květ, opylení, oplození

Jméno: Elvita

1. Doplň chybějící pojmy v textu:

Květ je specializovaný soubor vlastních a pomocných orgánů, který zajišťuje a usnadňuje rozmnožování krytosemenných rostlin. Části květu, umístěné na lůžku bývají volné nebo Můžeme je rozdělit na květní , které se přímo na rozmnožování a na vlastní orgány květu – a Květní obaly jsou zpravidla a tvarově rozlišeny v a většinou zelené (květy různobalné). Pokud květy rozlišeny takto nejsou, pak se jedná o tzv. (květy stejnobalné). Květy, které zcela květní obaly postrádají se nazývají

2. Popiš jednotlivé části květu u obr. 1, u obr. 2 a 3 uveď, jaký květní orgán je nakreslen



obr. 1 obr. 2 obr. 3

obr. 1 (Převzato: <http://www.oskole.sk/userfiles/image/1sasa/bi/Clipboard02, 17.6.2018>).

obr. 2 (Převzato: <http://www.oskole.sk/userfiles/image/1sasa/bi/Clipboard03, 17.6.2018>).

obr. 3 (Převzato: <http://www.oskole.sk/userfiles/image/1sasa/bi/Clipboard03, 17.6.2018>).

pestík	→	samčí pohlavní orgán
tyčinka	→	soubor všech tyčinek v jednom květu
blizna	→	v květním vzorci je označována písmenem C
koruna	→	vrcholová, lepkavá a různě tvarovaná část pestíku
Andreceum	→	samčí pohlavní orgán

a) dvoudomá rostlina:

a) dvoudomá rostlina:
na rostlině jsou jiné samčí než samčí květy.
chmel např.

na rolline joo jās samī, lās samī' l'vōg
l'vōn

rolling is a carbon fixing & photosynthetic process

menting, et. map' en tyning sur jen pestik

Proces, při kterém dochází k přenesení pylového zrna na samičí část květu se nazývá.....opylení.....

6. Seřaď správné pořadí vět:

2. a) Pylové zrníčko klíčí v pylovou láčku.
4. 2. b) Vaječná buňka se po oplození mění v zygotu.
1. c) Na vrcholovou, lepkavou část pestíku se uchytí pylové zrníčko.
3. 4. d) V pylové láčce se postupně diferencuje buňka láčková (vegetativní) a dvě spermatické buňky (samčí gamety).
5. e) Zygota se vyvíjí v zárodek (embryo).

7. Doplň chybějící pojmy:

Přenos pylu se uskutečňuje několika způsoby, opylení vlastním pylem se označuje jako autogamie (neboli homogamie), které je u rostlin méně časté. Obvyklejší je tzv. allogamie (neboli heterogamie), tj. opylení cizím pylem. Další způsob a nejčastější je opylení hmyzem (entomogamie), větrem (anemogamie), zřídka pomocí vody (hydrogamie). Životaschopnost pylových zrn je časově omezena, od několika dnů až několik let.

10.2 Příloha 2 – Vypracované laboratorní cvičení (2 strany)

Návod pro laboratorní cvičení z biologie rostlin – Mikroskopické pozorování pylových zrn 10.LP

Datum: 18.6.2018

Téma: Mikroskopické pozorování pyl. zrn alergenních rostlin

Úkol č. 1: Vyber si alespoň 2 alergenní rostliny, které zařadíš do systému (název rostliny, říše, podříše, oddělení, třída, čeleď).

Úkol č. 2: Nakresli a popiš rostlinnou tyčinku a popiš její jednotlivé části. ↓ záměněno

Úkol č. 3: Vytvoř si dočasný preparát pylových zrn alespoň 2 vybraných alergenních rostlin, ty pozoruj pod mikroskopem a pozorovaná pylová zrna zakresli do protokolu a vše shrň v závěru.

Pomůcky: mikroskop, květy pro sběr pylu, kapátko, destilka, krycí sklíčko, podložní sklíčko

Postup práce:

1. Na podložní sklíčko jsem nanosila špejli pyl
2. rostliny slunečnice roční a tykve obecné.
2. pozorovala jsem vše pod mikroskopem.
3. dále jsem pomocí kapátka přidala k zrnům pylu destilku a znovu pylová zrna pozorovala a vše zakreslila do úkolu č. 2.

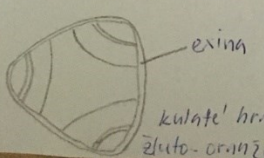
Vypracování:

Úkol č. 1: Slunečnice roční

ŘÍŠE: ROSTLINY
 PODŘÍŠE: CÉVNATE ROSTLINY
 ODDĚLENÍ: KRYTOSEMENNÉ ROSTLINY
 TŘÍDA: VYŠŠÍ DVOUDĚLOŽNÉ R.
 ČELEDĚ: HVĚZDNICOVITÉ

Úkol č. 2:

Slunečnice
 zvětšení 10x

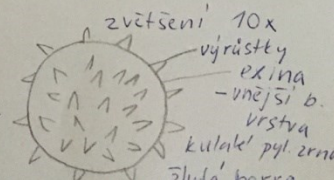


tykev obecná

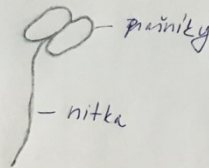
ŘÍŠE: ROSTLINY
 PODŘÍŠE: CÉVNATE ROSTLINY
 ODDĚLENÍ: KRYTOSEMENNÉ R.
 TŘÍDA: VYŠŠÍ DVOUDĚLOŽNÉ
 ČELEDĚ: TYKVOVITÉ

Úkol č. 2:

Tykev
 zvětšení 10x

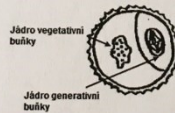


Úkol č.3: TYČINKA ROSTLINY

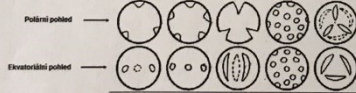


Závěr: Pozorovala jsem pod mikroskopem pylové zrna rostlin - slunečnice rosem' a tykve obecné, vše jsem v úkolech č. 1, 2, 3 zapsala. Tylová zrna byla odlišná, slunečnice má trojhranná zrna a tykev kulatá s vytrstěly

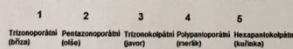
Teorie k úloze: Pylové zmo (pollinium = mikrospora), obr. 1, je haploidní buňka vznikající redukčním dělením buněk archesporu. Vnější buněčná stěna je označována jako *exina*, často je různě tvarována (u hmyzoprašných rostlin lepkavá s výčnělky, u větrosprašných suchá, hladká, nebi nafouklá ve vzdušné váčky). Vnitřní buněčná stěna se nazývá *intina*. Po vzniku jsou pylová zrna, obr. 2, jednotlivá, nebo zůstávají ve dvojicích či ve čtveřicích. Brylkou označujeme slepená pylová zrnka celého prašného pouzdra v jediný útvar. Pylová láčka (*sypho*) je vyklíčená část pylového zrna, která proniká do vajíčka a obsahuje spermatické buňky. (Podle Dostál, 2004).



obr. 1



obr. 2



obr. 1 (Převzato: <https://docplayer.cz/22635301-Prasnik-nitka-rez-prasnikem-konektiv-spojidlo-prasne-pouzdro-loculamentum-mikrosporangium.html>, strana 5, 16.6.2018, upraveno Pýchová 2018).

obr. 2 (Převzato: <https://docplayer.cz/22635301-Prasnik-nitka-rez-prasnikem-konektiv-spojidlo-prasne-pouzdro-loculamentum-mikrosporangium.html>, strana 6, 16.6.2018, upraveno Pýchová 2018).

10.3 Příloha 3 – E-learningový kurz


10.3.1 Lekce Květ I

V příloze níže je vždy na jedné stránce uvedena výuková kartička s otázkou a odpovědí, nebo otázka a její správné řešení.



Co je to květ?


otočit 



Květem označujeme **rostlinný, generativní orgán**. Je tvořen **souborem rozmnožovacích orgánů**, které **zajišťují pohlavní rozmnožování krytosemenných rostlin**.


Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit 

T

Jaký význam má květ?

otočit 

T

Květ **zajišťuje** především **pohlavní rozmnožování** krytosemenných rostlin - nese **pohlavní orgány**, po oplození a opylení z nich vznikají semena a plody. Díky uspořádání na rostlině a svou barevností květních obalů **umožňuje opylení** a **poskytuje ochranu** pohlavním buňkám.

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit 



Z jakých částí je složen květ krytosemenných rostlin?

otočit



Květ je složen z **květní stopky** (upevnění květu ke stonku), **květního lůžka** (rozšířená horní část květní stopky), **květních obalů** (části nepodílející se přímo na rozmnožování, mohou i chybět) a **reprodukčních orgánů** (**tyčinek** a **pestíku**, zajišťující pohlavní rozmnožování).

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit

Vyberte všechny správné možnosti.



Které/á označení o květech je/jsou pravdivá?

- ☐ Květy svou barevností **odpuzují** opylovače a tím zajišťují opylení.
- ☐ Květ zajišťuje pohlavní rozmnožování u **nahosemenných** rostlin.
- ☐ Květ zajišťuje pohlavní rozmnožování u **krytosemenných** rostlin.
- ☐ Květy svou barevností **lákají** opylovače a tím zajišťují opylení.

Správná odpověď je:



Pro **nahosemenné** rostliny je typický **nepravý** květ – jedná se o **šišticovité** útvary, u **krytosemenných** rostlin je typický tzv. **pravý** květ.

Které/á označení o květech je/jsou pravdivá?

- ☐ Květy svou barevností **odpuzují** opylovače a tím zajišťují opylení.
- ☐ Květ zajišťuje pohlavní rozmnožování u **nahosemenných** rostlin.
- ☒ Květ zajišťuje pohlavní rozmnožování u **krytosemenných** rostlin.
- ☒ Květy svou barevností **lákají** opylovače a tím zajišťují opylení.

Je dané tvrzení pravdivé?

T

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ano

Ne

Správná odpověď je:

T

Mezi dvoudomé rostliny patří například kopřiva dvoudomá, či rakytník řešetlákový.

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ano

Ne

Vyberte všechny správné možnosti.

T

Které květní části netvoří květ?

☐ květní slupky

☐ reprodukční orgány

☐ květní lůžko

☐ květní poutko

☐ květní obaly

Správná odpověď je:

T

Květní stopka zajišťuje upevnění květu ke stonku, která pokračuje v **květní lůžko** (rozšířenou horní část květní stopky) a **květní obaly** jsou části květu nepodílející se na rozmnožování.

Které květní části netvoří květ?

☒ květní slupky

☐ reprodukční orgány

☐ květní lůžko

☒ květní poutko

☐ květní obaly

Vyberte jednu z možností.

T

Na kterém obrázku je znázorněn pestík?

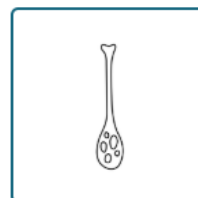


Správná odpověď je:

T

Pestík (*pistillum*) v květu představuje samičí pohlavní orgán nesoucí vajíčka a obvykle u něj rozlišujeme **semeník** (*ovarium*), **čnělku** (*stylus*) a **bliznu** (*stigma*).

Na kterém obrázku je znázorněn pestík?



10.3.2 Lekce Květ II

V příloze níže je vždy na jedné stránce uvedena výuková kartička s otázkou a odpovědí, nebo otázka a její správné řešení.

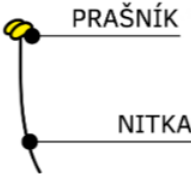
T

Jak se nazývá samčí pohlavní orgán krytosemenných rostlin?

otočit ↻

T

Samčí pohlavní orgán označujeme pojmem **tyčinka** (*latinsky stamen*), složené z nitky a prašníku, který vznikl srůstem 2 prašných váčků.



The diagram illustrates the structure of a stamen. It consists of a yellow and black oval-shaped anther at the top, labeled 'PRAŠNÍK', and a long, thin, curved filament below it, labeled 'NITKA'.

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit ↻

T

Jak se nazývá samičí pohlavní orgán krytosemenných rostlin?

otočit ↻

T

Samičí reprodukční orgán se nazývá **pestík**, (latinsky *pistillum*) typicky tvořen 3 částmi - **bliznou**, **čnělkou** a **semeníkem**, v němž jsou ukryta vajíčka.



Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit ↻

T

Jaké se dělí druhy květních obalů z hlediska barevného rozlišení?

otočit ↺

T

Květní obaly rozlišené ve zpravidla **zelený kalich** (*latinsky calyx*) a **zbarvenou korunu** (*latinsky corolla*), označujeme pojmem **různoobalné květy**.

Květní obaly nerozlišené, označujeme jako tzv. **okvětí** a květy nazýváme jako **stejnoobalné**.

Květy postrádající květní obaly se označují pojmem květy **bezobalné**.

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit ↺

T

Podle jakých kritérií lze rozdělit květy?

otočit ↺

T

Květy rozdělujeme podle:

- a) souměrnosti - pravidelný, souměrný a nesouměrný.
- b) počtu květních obalů - trojčetný, čtyřčetný, pětičetný.
- c) pohlaví - samčí, samičí a oboupohlavný květ.

Nevěděl jsem

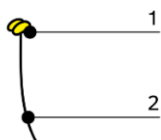
Věděl jsem

otočit ↺

Spojte související páry.



K jednotlivým číslům na obrázku přiřaďte správné pojmy:



A

2

1

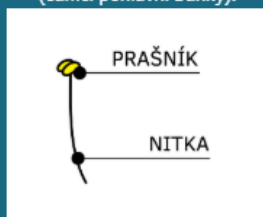
B

nítka

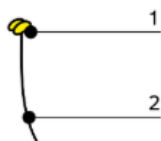
prašník

Správná odpověď je:

Prašník vzniká zpravidla srůstem dvou prašných váčků, ve kterých vznikají pylová zrna (samčí pohlavní buňky).



K jednotlivým číslům na obrázku přiřaďte správné pojmy:



1

prašník

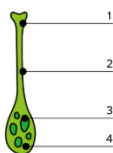
2

nítka

Spojte související páry.

T

K jednotlivým číslům na obrázku přiřaďte správné pojmy:



A

1 3 4 2

B

čnělka semeník blizna vajíčka

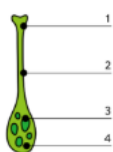
Správná odpověď je:

T

Samčí reprodukční orgán - pestík vzniká srůstem jednoho nebo více plodolistů. Blizna představuje vrcholovou část pestíku, na níž se uchycují a klíčí pylová zrna.



K jednotlivým číslům na obrázku přiřaďte správné pojmy:



- 1 blizna
- 2 čnělka
- 3 vajíčka
- 4 semeník

Spojte související trojice.

T

Které pojmy k sobě patří?

A

samičí pohlavní orgán

samčí pohlavní orgán

B

pestík

tyčinka

C

skládá se ze tří částí - blizny, čnělky a semeníku

skládá se ze dvou částí - nitky a prašníku

Správná odpověď je:

T

Podle toho, zda květní obaly vyrůstají **pod**, **nad** či zhruba **uprostřed** rozlišujeme **semeník svrchní**, **spodní** či poměrně vzácně se vyskytující **polospodní**.

Které pojmy k sobě patří?

samičí pohlavní orgán

tyčinka

skládá se ze dvou částí - nitky a prašníku

samičí pohlavní orgán

pestík

skládá se ze tří částí - blizny, čnělky a semeníku

Spojte související trojice.

T

Jaká 3 kritéria používáme při dělení květů?

A

dělení podle pohlaví

dělení podle souměrnosti

dělení podle počtu květních obalů

B

pravidelný

samčí

trojčetné

C

souměrný a nesouměrný

samičí

čtyřčetné

Správná odpověď je:

T

Jaká 3 kritéria používáme při dělení květů?

dělení podle souměrnosti

pravidelný

souměrný a nesouměrný

dělení podle počtu květních obalů

trojčetné

čtyřčetné

dělení podle pohlaví

samčí

samičí

Je dané tvrzení pravdivé?

T

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ne

Ano

Správná odpověď je:

T

Mezi dvoudomé rostliny patří například kopřiva dvoudomá, či rakytník řešetlakový.

Vyrůstají-li na jedné rostlině pouze samčí či pouze samičí květy, označujeme tyto rostliny jako **dvoudomé**.

Ne

Ano

Spojte související páry. T

Které pojmy patří k sobě?

A

andreceum

blizna

koruna

tyčinka

pestík

B

samičí pohlavní orgán

soubor všech tyčinek v jednom květu

zbarvená část květu, v květním vzorci je označována písmenem C

vrcholová, lepkavá a různě tvarovaná část pestíku

samčí pohlavní orgán

Správná odpověď je: T

Které pojmy patří k sobě?

pestík

samičí pohlavní orgán

tyčinka

samčí pohlavní orgán

blizna

vrcholová, lepkavá a různě tvarovaná část pestíku

koruna

zbarvená část květu, v květním vzorci je označována písmenem C

andreceum

soubor všech tyčinek v jednom květu

Vyberte všechny správné možnosti.

T

Které/á tvrzení o pylových zrnech je/jsou správně?

- ☐ Pylová zrna jsou samčí pohlavní buňky.
- ☐ Pylová zrna jsou uzavřena ve spodní části pestíku - semeníku
- ☐ Pylová zrna jsou samičí pohlavní buňky.
- ☐ Pylová zrna vznikají v prašných pouzdrech.
- ☐ Soubor pylových zrn se latinsky nazývá pollicceum.
- ☐ Žádná z předcházejících odpovědí není správná.

Správná odpověď je:

T

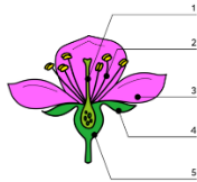
Které/á tvrzení o pylových zrnech je/jsou správně?

- ☒ Pylová zrna jsou samčí pohlavní buňky.
- ☐ Pylová zrna jsou uzavřena ve spodní části pestíku - semeníku
- ☐ Pylová zrna jsou samičí pohlavní buňky.
- ☒ Pylová zrna vznikají v prašných pouzdrech.
- ☐ Soubor pylových zrn se latinsky nazývá pollicceum.
- ☐ Žádná z předcházejících odpovědí není správná.

Spojte související páry.

T

K jednotlivým číslům na obrázku přiřaďte správné pojmy:



A

2 5 3 4 1

B

květní lůžko

barevná koruna (korunní lístek)

pestík

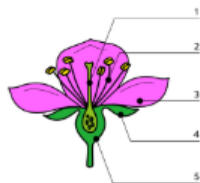
zelený kalich

tyčinka

Správná odpověď je:

T

K jednotlivým číslům na obrázku přiřaďte správné pojmy:



1 pestík

2 tyčinka


3 barevná koruna (korunní lístek)

4 zelený kalich


5 květní lůžko


10.3.3 Lekce Opylení, oplození rostlin

V příloze níže je vždy na jedné stránce uvedena výuková kartička s otázkou a odpovědí, nebo otázka a její správné řešení.



Co znamená pojem opylení?


otočit 



Opylením je označován **přenos pylových zrn z tyčinek** na samičí část květu - **bliznu**. Opylení vlastním pylem, tzv **samoopylení** (též samosprášení), je u rostlin méně časté než obvyklejší tzv. **cizosprašnost** neboli opylení cizím pylem.


Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit 

T

Co znamená pojem oplození?

otočit 

T

Oplozením označujeme **splynutí samičí** haploidní pohlavní buňky - **oosféry** se **samčí** pohlavní **spermatickou buňkou**. Po splynutí samčí a samičí pohlavní buňky vzniká diploidní **zygota**, která se dále vyvíjí v zárodek (*embryo*).

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit 

Je tento výrok správně?



K samoopylení u krytosemenných rostlin nedochází často proto, že tyčinky a pestík v témže květu dozrávají v různou dobu.

Ano

Ne

Správná odpověď je:



Pokud v květu dozrávají dříve tyčinky - jedná se o tzv. **prvoprašnost**, pokud naopak dozrává dříve pestík, jedná se o **prvobliznost**.

K samoopylení u krytosemenných rostlin nedochází často proto, že tyčinky a pestík v témže květu dozrávají v různou dobu.

Ano

Ne

Vyberte jednu z možností.



Co znamená pojem cizosprašnost?

- ☐ Opylení pylem z jiného květu téže nebo jiné rostliny různého druhu.
- ☐ Opylení pylem z jiného květu téže nebo jiné rostliny stejného druhu.

Správná odpověď je:



Pojem **cizosprašnost** se latinsky nazývá *allogamie*.
Pokud dojde u rostlin ke sprášení pylem z téhož květu, pak se jedná o tzv. **samoopylení**,
neboli *autogamii*.

Co znamená pojem cizosprašnost?

- ☐ Opylení pylem z jiného květu téže nebo jiné rostliny různého druhu.
- ☒ Opylení pylem z jiného květu téže nebo jiné rostliny stejného druhu.

Vyberte všechny správné možnosti.



Vyber správné tvrzení o pylových zrnech.

- ☐ Pylová zrna jsou samčí buňky.
- ☐ Pylová zrna jsou samičí buňky.
- ☐ Pylová zrna (mikrospory) vznikají mitotickým dělením mateřských buněk v prašných pouzdrech.
- ☐ Pylová zrna (mikrospory) vznikají meiotickým dělením mateřských buněk v prašných pouzdrech.
- ☐ Žádná z předcházejících odpovědí není správná.

Správná odpověď je:

Pylová zrna obsahují (kromě několika proklových buněk) dvě buňky - velkou vyživovací a menší rozmnožovací, která představuje samčí gametofyt.

Vyber správné tvrzení o pylových zrnech.

- ☒ Pylová zrna jsou samčí buňky.
- ☐ Pylová zrna jsou samičí buňky.
- ☐ Pylová zrna (mikrospory) vznikají mitotickým dělením mateřských buněk v prašných pouzdrech.
- ☒ Pylová zrna (mikrospory) vznikají meiotickým dělením mateřských buněk v prašných pouzdrech.
- ☐ Žádná z předcházejících odpovědí není správná.

Vyberte jednu z možností.



Kterým typem mikroskopu lze pozorovat pylová zrna?

- ☐ pylová zrna nejdou pozorovat mikroskopem
- ☐ optickým mikroskopem
- ☐ elektronovým mikroskopem

Správná odpověď je:



Pylová zrna jsou velká řádově desítky nanometrů, proto je nutno využít elektronový mikroskop.

Kterým typem mikroskopu lze pozorovat pylová zrna?

- ☐ optickým mikroskopem
- ☒ elektronovým mikroskopem
- ☐ pylová zrna nejdou pozorovat mikroskopem

Spojte související páry.

T

Vyberte způsob a název rostliny, kterým může být pyl rostlin přenášen.

A

anemofilní rostliny

hydrofilní rostliny

entomofilní rostliny

B

pyl je přenášen větrem

pyl je přenášen hmyzem

pyl je přenášen vodou

Správná odpověď je:

T

Mezi anemofilní rostliny (větrem přenášený pyl) řadíme především nahosemenné rostliny, pyl přenášený hmyzem (entomogamie) je běžný u rostlin krytosemenných a zajišťuje ho především blanokřídlý hmyz a motýli, hydrofilní rostliny používají k přenosu pylu vodu a dochází tak u vodních rostlin, které kvetou pod vodní hladinou či těsně nad ní.

Vyberte způsob a název rostliny, kterým může být pyl rostlin přenášen.

anemofilní rostliny

pyl je přenášen větrem

entomofilní rostliny

pyl je přenášen hmyzem

hydrofilní rostliny

pyl je přenášen vodou

Vyberte všechny správné možnosti.

T

Jak se nazývá ochranná blána pylového zrna?

☐ Exina

☐ Intina

Správná odpověď je:

T

Exina je ochranná blána buněk pylového zrna, vyfouklá ve dva vzdušné vaky. Uvnitř pylového zrna je velká vyživovací buňka

Jak se nazývá ochranná blána pylového zrna?

☒ Exina

☐ Intina

Seřadte pod sebou.

Seřadte chronologicky procesy, ke kterým dochází při opylení a oplození rostlin.

Výsledkem splynutí samčí gamety a jádra zárodečného vaku vzniká živné pletivo zvané endosperm, které zajišťuje výživu embrya.

Pylové zrno z jedné rostliny se dostane na blízku rostliny druhé.

Pylové zrno klíčí v pylovou láčku, v níž se postupně vytváří buňka láčková (vegetativní) a dvě spermatické buňky (samčí gamety) uplatňující se v procesu oplození.

Vaječná buňka se po oplození mění v zygotu, která se dále vyvíjí v zárodek (embryo).

Dochází k oplození, kdy jedna samčí gameta splývá s buňkou vaječnou, druhá s jádrem zárodečného vaku - jedná se tak o tzv. dvojí oplození.

Správná odpověď je:

Semeno je mnohobuněčný útvar vzniklý na mateřské rostlině po oplození vajíčka. Jeho velikost, tvar i množství semen se u různých druhů liší.

Seřadte chronologicky procesy, ke kterým dochází při opylení a oplození rostlin.

Pylové zrno z jedné rostliny se dostane na blízku rostliny druhé.


Pylové zrno klíčí v pylovou láčku, v níž se postupně vytváří buňka láčková (vegetativní) a dvě spermatické buňky (samčí gamety) uplatňující se v procesu oplození.

Dochází k oplození, kdy jedna samčí gameta splývá s buňkou vaječnou, druhá s jádrem zárodečného vaku - jedná se tak o tzv. dvojí oplození.


Vaječná buňka se po oplození mění v zygotu, která se dále vyvíjí v zárodek (embryo).


Výsledkem splynutí samčí gamety a jádra zárodečného vaku vzniká živné pletivo zvané endosperm, které zajišťuje výživu embrya.

10.3.4 Lekce Květenství



Co je to květenství?

otočit 




Květenství je **soubor květů na společném stonku** uspořádaných podle zákonitostí o větvení stonku a postavení listenů. Typ květenství je často charakteristickým znakem pro celé čeledi.

Výhodou květenství je zvýšení nápadnosti pro opylovače.

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit 



Jaké typy květenství rozlišujeme?

otočit ↺



Rozlišujeme:

1) jednoduchá květenství dělí se na:

a) hroznovitých květenství - *hrozen, klas, jehněda, palice, úbor, okolík, hlávka*.

b) vrcholičnatá květenství - *vidlan, srpek, vějířek*

2) složená květenství

(Vznikají kombinací dvou jednoduchých květenství), dělí se na:

a) homotaktická (Vznikají kombinací jednoho typu jednoduchých květenství) - *lata*

– hrozen z hroznu, okolík z okolíků

b) heterotaktická (Vznikají kombinací různých typů květenství) - hrozen z vijanu

Nevěděl jsem

Věděl jsem

otočit ↺

Vyberte všechny správné možnosti.



Které/á tvrzení o květenství je/jsou správně?

- ☐ Květenství se řídí určitými zákonitostmi o větvení stonku a postavení listů.
- ☐ Nevýhodou květenství oproti samostatnému květu je větší barevná nápadnost pro opylovače
- ☐ Květenství je soubor květů nacházejících se na společném stonku.
- ☐ Výhodou květenství oproti samostatnému květu je větší barevná nápadnost pro opylovače.
- ☐ Květenství je vegetativní orgán semenných rostlin.

Správná odpověď je:



Které/á tvrzení o květenství je/jsou správně?

- ☒ Květenství se řídí určitými zákonitostmi o větvení stonku a postavení listů.
- ☐ Nevýhodou květenství oproti samostatnému květu je větší barevná nápadnost pro opylovače
- ☒ Květenství je soubor květů nacházejících se na společném stonku.
- ☒ Výhodou květenství oproti samostatnému květu je větší barevná nápadnost pro opylovače.
- ☐ Květenství je vegetativní orgán semenných rostlin.

Spojte související trojice.

Spojte související slovní spojení a tvrzení

A

Vrcholičnatá květenství Jednoduchá květenství Složená květenství

Hroznovitá květenství

B

Květy rozkvétají zdola nahoru, pokud vyrůstají v jedné rovině rozkvétají od obvodu ke středu

Hroznovitá květenství

Jako první rozkvétá terminální květ, následně postranní květy směrem nahoru

Homotaktická květenství

C

Vídlan, srpek, vějířek Hrozen, klas, jehněda, palice, úbor, okolík

Heterotaktická květenství Vrcholičnatá květenství

Správná odpověď je:

U **hroznovitých** květenství je typický monopodiální typ větvení, květy se zakládají na vedlejších postranních větvích v úžlabí listů a větve **nepřerůstají** hlavní stonek. U **vrcholičnatých** květenství je typický sympodiální typ větvení, postranní větve **přerůstají** terminální květ.

Spojte související slovní spojení a tvrzení

Jednoduchá květenství Hroznovitá květenství

Vrcholičnatá květenství

Složená květenství Homotaktická květenství

Heterotaktická květenství

Hroznovitá květenství

Květy rozkvétají zdola nahoru, pokud vyrůstají v jedné rovině rozkvétají od obvodu ke středu

Hrozen, klas, jehněda, palice, úbor, okolík

Vrcholičnatá květenství

Jako první rozkvétá terminální květ, následně postranní květy směrem nahoru

Vídlan, srpek, vějířek

Spojte související páry.



Spojte správný typ květenství s rostlinou.

A

hlávka

lata z vijanů

okolík

klas

úbor

B

jetel luční

prvosenska

jírovec maďal

jitrocel kopinatý

kopretina bílá

Správná odpověď je:

Okolík, úbor, hlávka i klas patří mezi květenství jednoduchá, lata z vijanů patří mezi květenství složená.

Spojte správný typ květenství s rostlinou.

okolík

prvosenska

lata z vijanů

jírovec maďal

úbor

kopretina bílá

hlávka

jetel luční

klas

jitrocel kopinatý

Vyberte všechny správné možnosti.



Na kterém obrázku/obrázcích je zobrazeno květenství vrcholíku mnohoramenného?



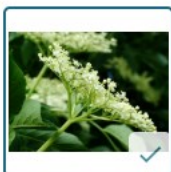
Správná odpověď je:



Vrcholík mnohoramenný je tvořen více postraními větvy, které jsou všechny ve stejné výši.

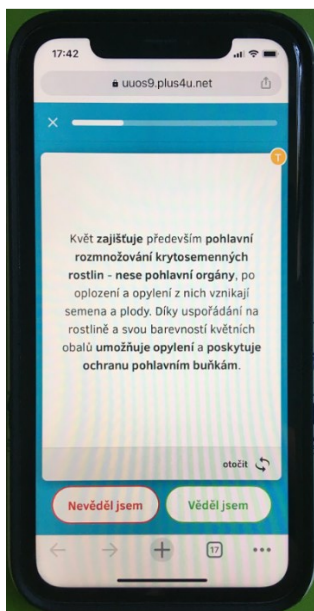
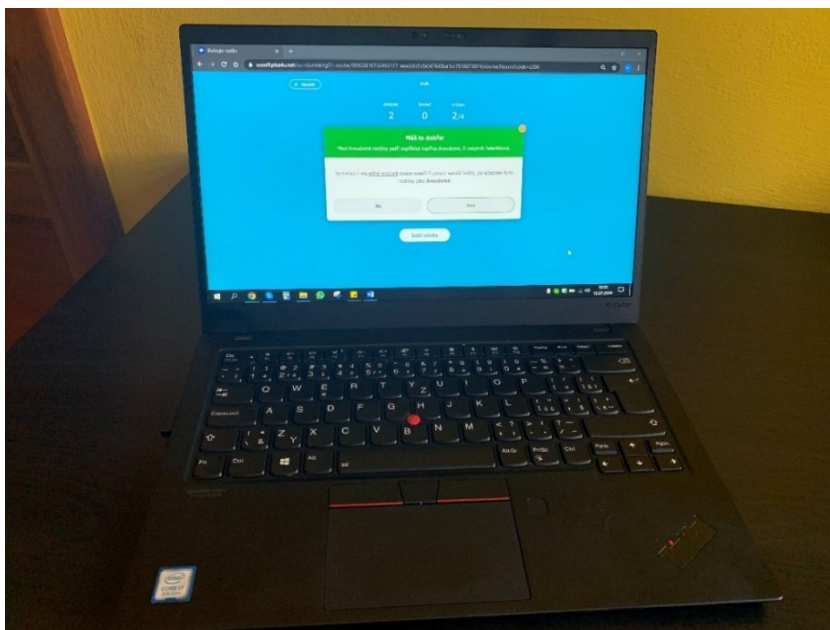


Na kterém obrázku/obrázcích je zobrazeno květenství vrcholíku mnohoramenného?

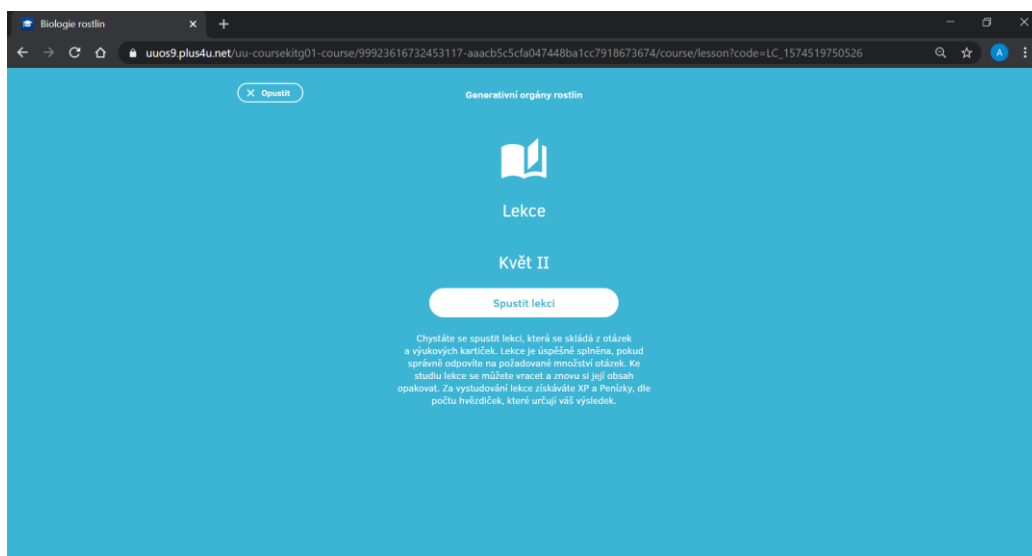
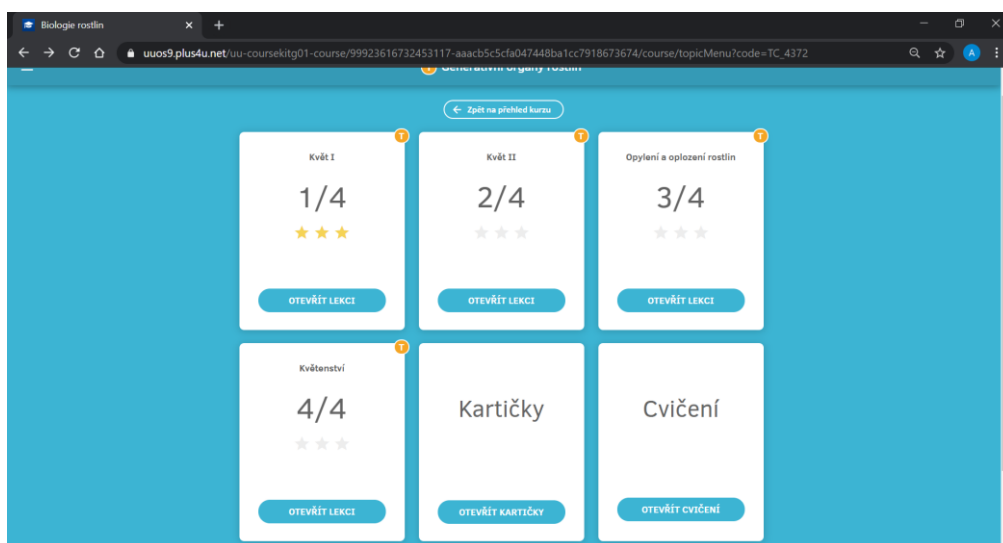


10.4 Příloha 4

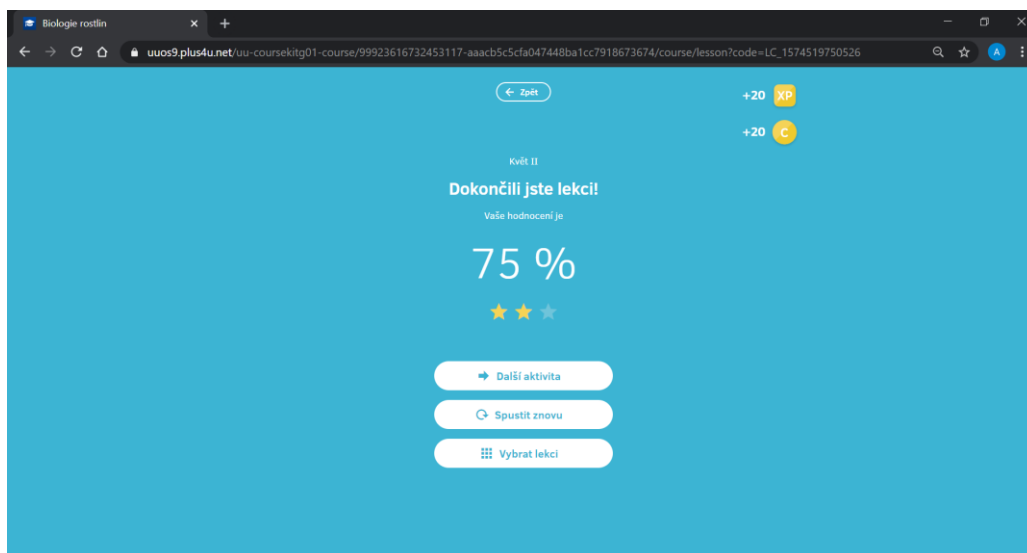
Níže uvedené obrázky jsou ukázky spuštěného e-learningového online kurzu na různých „chytrých“ zařízeních.



Obrázky níže ukazují výběr lekce a spuštění zvolené lekce.



Po dokončení lekce na obr. níže, např. Květ II se zobrazí % hodnocení a možnost výběru další aktivity.



11 Seznam použitých informačních zdrojů

Bystroň J.: Alergie, Ostrava, Mirago, 1997, ISBN: 80-85922-46-0

Dostál P.: Anatomie a morfologie rostlin v pojmech a nákresech – 3. upr. vydání, Praha, Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2008, ISBN 978-80-7290-358-

Fuchs M.: Potravinová alergie a intolerance, Praha, Mladá fronta, 2005, ISBN 978-80-204-3757-0.

Gavora P.: Úvod do pedagogického výzkumu - 2. rozš. české vyd. Přeložili V. Jůva a V. Hlavatá, Brno, Paido, 2010, ISBN 978-80-7315-185-0.

Chrástka, M.: Metodika pedagogického výzkumu, Praha, Grada 2007, ISBN 978-80247-1369-4

Jakrlová J., Kincel L., Kincel M.: Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií, Praha, Fortuna, 1993, ISBN 80-7168-090-7

Jelínek J., Zicháček V.: Biologie pro gymnázia, Olomouc, Nakladatelství Olomouc, Olomouc, ISBN 80-7182-089-X

Kislinger F., Laníková J., Šlégr J., Žurková I.: BIOLOGIE I. (Základy mikrobiologie, botaniky a mykologie), Klatovy, Gymnázium v Klatovech, 1995

Kislinger F., Laníková J., Šlégr J., Žurková I.: BIOLOGIE III. (Základy biologie člověka), Klatovy, Gymnázium v Klatovech, 1994

Novotný, I., Hruška, M.: Biologie člověka pro gymnázia, Praha, Fortuna, 2003, ISBN: 978-80-7373-128-1

Petrů V.: Alergie u dětí, Praha, Grada, 1994, ISBN 80-7169-090-2

Seberová, E.: Alergická rýma: průvodce ošetřujícího lékaře - 2. akt. vydání, Praha, Maxdorf, 2017, ISBN 978-80-7345-548-4

Skalková, J.: Obecná didaktika, Praha, Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1821-7

Slavíková, Z.: Morfologie rostlin, Praha, Karolinum, 2002, ISBN 80-246-0327-6

Vinter, V.: Rostliny pod mikroskopem: základy anatomie cévnatých rostlin - 2. dopl. vyd., Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 2009, ISBN 978-80-244-2223-7

Zounek, J., Juhaňák, L., Staudková, H., Poláček, J.: E-learning: Učení (se) s digitálními technologiemi, Praha, Wolters Kluwer ČR, 2016, ISBN 978.80-7552-217-7

11.1 Internetové zdroje

<http://paldat.org/>

<http://rvp.cz/informace/dokumenty-rvp/prehled-dokumentu-rvp-aktualni-do-konce-roku-2012/rvp-g>

<https://www.pylovasluzba.cz/>

<https://www.lekarnaakat.cz/news/pylova-alergie-senna-ryma-polinoza>

<http://www.oskole.sk/userfiles/image/1sasa/bi/Clipboard02>

11.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Řez průdušinkami při astmatickém záchvatu	21
Obr. 2: Množství výskytu pylových alergenů v ovzduší v závislosti na ročním období	27
Obr. 3: Schéma alergické reakce.....	33
Obr. 4: Alergická reakce na sliznici nosu.....	35
Obr. 5: Typy alergické rýmy	37
Obr. 6: Klasifikace alergické rýmy podle doporučení ARIA	38
Obr. 7: Přehledová tabulka působení jednotlivých skupin léků na různé druhy alergických příznaků.....	49
Obr. 8: Kalich	52
Obr. 9: Tyčinka.....	54
Obr. 10: Evoluce tyčinky od primitivního typu A až po specializované typy dnešních krytosemenných	54
Obr. 11: Typy prašníků podle orientace prašných váčků	55
Obr. 12: Řez vyvíjejícím se prašníkem (A, B) a stěnou zralého prašníku (C) denivky	56
Obr. 13: Příčný řez prašníkem lilie.....	56
Obr. 14: Pylové zrno.....	57
Obr. 15: Opylení	58
Obr. 16: Klíčení pylového zrna	58
Obr. 17: Typy tetrad pylového zrna	60
Obr. 18: Rozložení sporodermý	61
Obr. 19: Tektální exina	62
Obr. 20: Typy skulptur	62
Obr. 21: Typy pylových zrn.....	62
Obr. 22: Květenství ambrozie peřenolisté	64
Obr. 23: Pylové zrno ambrozie peřenolisté	64
Obr. 24: Květenství bezu černého	64
Obr. 25: Pylové zrno bezu černého	64
Obr. 26: Květenství bojínku lučního	65

Obr. 27: Pylové zrno bojínku lučního.....	65
Obr. 28: Květenství borovice lesní	66
Obr. 29: Pylové zrno borovice lesní	66
Obr. 30: Květenství brukve řepky olejky	66
Obr. 31: Pylové zrno brukve řepky olejky	66
Obr. 32: Květenství břízy bělokoré.....	67
Obr. 33: Pylové zrno břízy bělokoré.....	67
Obr. 34: Květenství dubu letního.....	67
Obr. 35: Pylové zrno dubu letního	67
Obr. 36: Květenství habru obecného	68
Obr. 37: Pylové zrno habru obecného	68
Obr. 38: Květenství javoru klen.....	69
Obr. 39: Pylové zrno javoru klen.....	69
Obr. 40: Květenství jírovce maďalu	69
Obr. 41: Pylové zrno jírovce maďalu	69
Obr. 42: Květenství jitrocelu kopinatého	70
Obr. 43: Pylové zrno jitrocelu kopinatého	70
Obr. 44: Květenství kopřivy dvoudomé	70
Obr. 45: Pylové zrno kopřivy dvoudomé.....	70
Obr. 46: Květenství kostřavy luční	71
Obr. 47: Pylové zrno kostřavy luční	71
Obr. 48: Květenství lípy srdčité	71
Obr. 49: Pylové zrno lípy srdčité.....	71
Obr. 50: Květenství lipnice roční	72
Obr. 51: Pylové zrno lipnice roční	72
Obr. 52: Květenství lísky obecné.....	72
Obr. 53: Pylové zrno lísky obecné.....	72
Obr. 54: Květenství olše lepkavé	73
Obr. 55: Pylové zrno olše lepkavé	73
Obr. 56: Květenství ořešáku královského	73
Obr. 57: Pylové zrno ořešáku královského	73

Obr. 58: Květenství pampelišky (smetánky) lékařské	74
Obr. 59: Pylové zrno pampelišky (smetánky) lékařské.....	74
Obr. 60: Květenství pelyňku černobýlu.....	74
Obr. 61: Pylové zrno pelyňku černobýlu.....	74
Obr. 62: Květenství psárky luční	75
Obr. 63: Pylové zrno psárky luční	75
Obr. 64: Květenství srhy laločnaté.....	75
Obr. 65: Pylové zrno srhy laločnaté.....	75
Obr. 66: Květenství šťovíku kyselého.....	76
Obr. 67: Pylové zrno šťovíku kyselého.....	76
Obr. 68: Květenství topolu černého	76
Obr. 69: Pylové zrno topolu černého	76
Obr. 70: Květenství trnovníku akátu.....	77
Obr. 71: Pylové zrno trnovníku akátu.....	77
Obr. 72: Květenství vrby bílé	77
Obr. 73: Pylové zrno vrby bílé	77
Obr. 74: Pylový kalendář vybraných alergenních rostlin	78
Obr. 75: Ukázka výukové kartičky (1. strana)	116
Obr. 76: : Ukázka výukové kartičky (2. strana)	116
Obr. 77: Ukázka zadání otázky	117
Obr. 78: Ukázka výběru správné odpovědi	117
Obr. 79: Ukázka výběru chybné odpovědi.....	117
Obr. 80: Ukázka správného řešení otázky	117

Obr. použité v laboratorním cvičení v kapitole 7:

Obr.1(Převzato:<https://docplayer.cz/22635301-Prasnik-nitka-rez-prasnikem-konektiv-spojidlo-prasne-pouzdro-loculamentum-mikrosporangium.html>, strana5, 16.6.2018, upraveno Pýchová 2018).

Obr.2(Převzato:<https://docplayer.cz/22635301-Prasnik-nitka-rez-prasnikem-konektiv-spojidlo-prasne-pouzdro-loculamentum-mikrosporangium.html>, strana 6, 16.6.2018, upraveno Pýchová 2018)

11.3 Seznam grafů

Graf 1: Aprobace předmětů	86
Graf 2: Počet vyučovaných hodin týdně.....	87
Graf 3: Počet odučených let.....	88
Graf 4: Nejčastěji učená problematika.....	89
Graf 5: Zařazení problematiky „pyly alergenních rostlin“ do výukového celku	90
Graf 6: Zařazení do výuky pozorování pylových zrn	91
Graf 7: Dostatek materiálů pro výuku tématu „alergenní rostliny a pyly alergenních rostlin“	92
Graf 8: Využití nových učebních materiálů pro výuku tématu „alergenních rostlin a pylů vybraných alergenních rostlin“	94